梅文鼎の數學研究

橋本敬造

Ⅰ 序 言

本稿の目的は、淸代康熙年間に見られた數學者の諸活動を、梅文鼎の數學研究に焦點を合わせて明らかにすることにある。一七世紀を通じて中國に流入した數學は、なるほど新しい天文學の展開に不可缺ではあつた。しかし、それと直接に結びつくものではなかつたとはいえ、中國の「古い」數學知識は多くの點で特徵あるものであつた。明代には宋元時代のすぐれた業績の多くは失なわれていつた。しかし、同時にこの時代は民衆數學が開花したときであつた。數學は廣く普及していた。古典的數學のわく組はくずれつつあつた。そうしたときに西洋數學が多量に流入した。その結果、ジェスイットのもたらした西洋數學の幾何學を中心とする數學の研究に重點は移つていつた。李篤培のように、西洋數學を古典的な九章の範疇によつて理解しようとする努力もあつた(一六三〇年)。また、方中通のように『周髀算經』の句股と幾何學を短絡させて、句股法を主體にして中國數學を把握し、一方、『幾何原本』などはその要約を作つてこと足れりとする人びともあつた。

しかし、梅文鼎はこうした人びとと同じ平面の上には立つていない。中國の數學知識は前近代數學のなかで獨特の地位を占めるものであつた。當時の數學は急速な脫皮を見せていた。そうした數學の全體を正當にとらえようとすれば、中國數學における多くの分野を無視することはできない。中國の傳統の上に則り、目にすることのできた西洋と中國の全數學知識について、もつとも適確な描寫を行なつたのは梅文鼎である。かれの諸著作には、中西兩數學が系統もなしに個個別別に展開されているのではない。そこには數學にたいするかれの一貫した考え方が存在している。こうした考え方に基づく數學の各分野におけるかれの貢獻について檢討するにあたつて、まず簡單にかれの數學の認識のしかた、およびその位置付けについて述べておこう。

數學理論の性格については、それが客觀的・實際的なものに根據を置く、普遍性をもつた破綻することのないものである、とかれは考えた。『中西算學通』自序において、次のように言う。

數學はこれを實に徵す。實なれば易らず。易らざれば庸なり、庸なれば中なり。中なればこれを四海九州に放ちて準となす。(1)

すなわち、數學というものはことがらに則つた學である。ことがらの取扱いに基礎を置く數學は、偏ることもなく、變ることもない。この實に則るという立場こそ、かれの數學にたいする基本的な認識であつた。この考え方がもつと端的に表現されているのは、『方程論』巻四の言葉である。

算家の設問、もつて規式となす。意は引くといえども發せず。數は實に則りて稽うるべし。いやしくもそれ、これを稽うるも眞實の言うべきの數なくんば、しかして何をもつて式となさんや。その立法の多くは古えと違うに至りては、皆もつて深く算理を知らず。しかして臆見は橫生し、またあいよりて必ず至るなり。(2)

數學における諸問題は、九章算術的な古典的規範によつては律しきれないものが增加していた。その結果、基礎的理論を理解せずに、推測によつて規式を立てたものが見られた。これは數を扱うものの態度とは言えない。實際の數に卽して、數學は

論じられるべきである。そうしてこそ、數學は一般に準據できるようになる。それがかれの考え方であつた。またこの實に則る數學という意味において、「有用の學」としての數の學が、かれの認識のなかにあつた。

古えの君子は無用の學をなさず。六藝は德行につぐ。みな實學、もつて經世に足るものなり。數は藝の末に居るといえども、用をなすことはなはだ鉅なり。天度を測るや、數にあらずんば明らかならず。賦を治め財を理むるは、數にあらずんば、核ならず。屯營布陣は、數にあらずんば審らかならず。功を程り役をただすは、數にあらずんば練られず。(3)

梅文鼎は、天體の度數を測ること、兵術、財産管理、夫役徵税などは、數量によらないでは正確に處理できない、したがつて、こうした計算の基礎として數の學があると、强調した。傳統的な九數の意味を改めて述べて、その運用の精神を喚起した。そして經世の手段、すなわち「實學」としての數學の性格を論じているのである。

かれの數學の著作を全般的に見たばあい、後にも述べるとおり、こうした中國の古典數學の立場を、中西兩數學を論じる過程のなかで得られた新たな展望のもとに、すべての數學知識に系統づけを與えようとしたことは明らかであるが、かれにとつてもつとも重大な關心事が數學研究との關連のなかに存在していた。かれが當時のすぐれた曆學者であつたことから生じる、天文學と數學との位相を明らかにしようとする努力がそれであつた。曆と數との結びつきについて、かれは次のように述べる。

曆なるものは數なり。數の外に理はなく、理の外に數はない。數なるものは、理の分限・節次なり。(4)

曆と數は等置できるものというのが、かれの基本的な見解である。數のなかに理があり、理のなかに數がある。この兩者の包含關係を明確に描き出し、理というものの限界や結節として具體性をもつた數があらわれるという。かれはまた次のようにも言う。それは曆と數と理氣との生成關係について述べている。

曆は數より生じ、數は理より生ず。理は氣と偕にあり。その中に神あり。賾にして亂れざるなり。變りても常あるなり。(5)

天體の運行を驗證して、それに則つて法を立てる。こうした手順をとることによつて、はじめて理に合する法が得られる。つまり理にもとづいた、具體性のある數式關係が立てられる。逆に、こうした數によつて理を知ることができる。かれは『曆學

駢枝』(一六六二年)などにおいて、元の授時暦や明の大統暦を研究した。そこにおいて、自然現象である天體の運行を觀測した結果得られるデータにもとづいて、諸關係を示す數式が得られるということを示した。數によつて暦＝理を理解しようとしたのである。さらに、『塹堵測量』においては次のように述べる。それは天文學研究の方法論を論じたものである。

> けだし理は數を得て彰われ、數は圖を得て顯かなり。圖は器を得て眞となる。(6)

圖とは天體現象のモデルを作圖したもの、器とは渾天儀などの、いわば天を模型化し、それによつて逆に天體を觀測する器械である。この文章は、かれの言葉を借りて次のように說明されよう。

> いまそれ、暦の歩するところに四あり。恆星という。日という。月という。五星という。治暦の具に三あり。算數という。圖象という。測驗の器という。……大約は三者これをつくす。……暦とは算數なり。象とは圖なり、渾象なり。(7)

要するに、恆星・日・月・五星の運行となつてあらわれる天體現象が暦の計算の對象であり、それを實行する手段には算數、圖象、測驗用器具があつて、それらでことが足りるというのである。天體現象は圖象化される。その圖象化は數にもとづいている。そしてこうした數を扱う算數こそが暦だと、かれは考えた。こうした意味において、暦と數とが等置できると考えたのだと言える。

> かつそれ數は理に合するゆえんなり。暦は天に順うゆえんなり。法の採るべきあれば、何ぞ東西を論じん。理のまさに明らかにすべきところ、何ぞ新舊を分たん。(8)

數によつて理に合し、暦によつて天に順うてだてとするのであるから、採用できる法は東西の別なく、理をはつきりとすることができるものは新舊を分たずにとり入れるべきであると、かれは考えたのである(こうした態度が中西兩科學にたいするかれの基本的姿勢であった)。

數學と暦學との關係を一言で表現すれば、

> それ歩暦は算數にもとづく。算數は治暦の綱要なり。(9)

となる。この結論には、算術ないしは數學が暦學つまり天文學の基礎であり、それは暦を知る上での根本となるという、明らかな事實が明確に述べられている。こうした認識が、かれの暦學と數學の研究にたいする一生涯の努力の底流をなすものであつた。かれの手になる『勿菴暦算書目』に収められた、暦學書六十二種と算學書二十六種は、暦學と算學とにかんする終生の著作を有機的に關連づけているが、それは暦學にたいする數學の位置について、さきに述べた結論を改めて明らかにしたということになろう。以上、他の諸科學と數學との關係について簡單に述べた。しかし、ここにおける主眼はかれの數學研究の考察にある。

かれの數學を考えるばあい、天文學のばあいと同じように、[10] 一七世紀を通じて中國に流入した大量の數學知識を、梅文鼎がどのように位置づけたか、さらに中國の傳統數學をどのように再評價したか、という二つの論點について解答を求めることが必要となつてくる。そこからさらに、中西兩數學の全體は、どのような原則にもとづいて體系づけられるべきかという問題がからんでくる。かれの數學にかんする著作を考察するには、これらの問題を念頭にしておかなければならない。

中國數學の傳統によれば、數學は九章に分類される。現行本の『九章算術』によれば、それは方田一、粟米二、衰分三、少廣四、均輸六、盈不足七、方程八、句股九となる。[11] 『永樂大典』(一四〇七年)や呉信民の『九章詳註比類算法大全』(一四五〇年)の目錄はこれと同樣である。ただし後者は『隋書』律歷志の「九章名數」を引用して盈不足が盈朒となり、第七章は盈朒を繼承している。また衰分には差分という術語が用いられていることがあり、梅文鼎は最終的にはこれを使用した。かれと同時代の方中通は『數度衍』(一六六一年)において、九章の順序をかれの數學觀に基づいて變えてしまう。すなわち、勾股章、少廣章、方田章、商功章、差分章、均輸章、盈朒章、方程章、粟布章となつている。中通が勾股を冒頭に置いたことについては、かれの數學にたいする考え方とかかわりがあり、後で簡單に説明する。一七六〇年に刊行された梅瑴成の『增刪算法統宗』は、祖父の文鼎の九章の考え方を反映したものであるが、その目次によれば、方田、粟布、差分、少廣、商功、均輸、盈朒、方程、句

股となつており、九章の篇目の名稱は一應固定したと言える。

ところが梅文鼎は九章算術的な形式にとらわれて、必ずしもそのまま受入れたのではなく、數學の內容という本質的側面から出發した。そしてその出發過程において、傳統的な九章にはそれぞれ生かされるべき本質的な立法の原則があるという結論に到達したのである。かれの數學上の著作を見てみると、こうした數學の各篇目の位置について考えただけでなく、すでに一世紀前から新たに導入されつつあつた『幾何原本』を中心とする、西洋數學知識をも、かれの體系に組み込んで理解しようとする努力を行なつた。當時流入した數學、とりわけユークリッド幾何學は、幾何學的モデルに基礎を置く天文學を知る上で不可欠のものであつた。一方、梅文鼎は曆學＝天文學は數の扱いに基礎を置く算數というものなしには解き得ないものと考えた。それは中國と西洋の天文學の本質を洞察することによつて生じた結論である。中西兩數學を位置づけるというこの脈絡のなかにおいて、西洋天文學の理解も同時になされたのである。

かれは數學の全體を、どのようにその各分野によつて構成すべきであると考えたかについて述べよう。ここでかれの考えを『方程論』(一六七二年)から引用してみよう。

> それ數學は一なり。これを分てばすなわち度あり數あり。度とは量法、數とは算術なり。この兩者はみな淺より深に入る。このゆえに、量法のもつとも淺きものは方田、やや進みて少廣となし、商功となし、しかして句股に極まる。算術のもつとも淺きものは粟布、やや進みて衰分となし、均輸となし、盈朒となし、しかして方程に極まる。方程の算術におけるは、なお句股の量法におけるがごとし。みなその最精のことは、明らかにしやすからず。しかして算學は闕(とざさ)れて進取するなし。[12]

梅文鼎によれば、一體をなす數學は度という側面と數という側面に二分される。度というのは量法のことであり、數というのは算術のことである。二分された量法と算術のなかには、容易に理解できるものから、深奧くて解き難いものまでの諸法がある。前者の量法には、難易度によつて方田、少廣、商功、および句股という段階がある。後者の算術には粟布、衰分、均輸、盈朒があり、方程に極まる。前者の四つは、圖形的な測量問題を取り扱う、いわば幾何學的なものであり、後者の五つは數を

取り扱う代數學的演算によるものばかりである。中國に傳統的な九數を二分して、難易度によつて段階わけをしたばかりでなく、西法の數學についても同様のことが言えるというのが、かれの考え方である。かれはさらに次のように言う。

> 數學に九あり。これを要するにすなわち二支なり。一は算術、一は量法なり。量法とは長短遠近、もつてその距(へだ)たりを求む。西法はこれを測線という。方圓・弧矢・羃積・周徑、もつてあい求む。西法はこれを測面という。立方・渾圓・堆垜の形は、もつて容積を求む。西法はこれを測體という。古九章にありては、すなわち方田となし、少廣となし、商功となし、句股となす。算術とは消息して盈虚し、乘除して進展し、もつて多寡を差(たが)う。驗往きもつて測來たる。西法はこれを比例という。子母を通分し、整齊して畫一にする。つきざるものは法をもつてこれを命ず。西法はこれを畸零(小數のこと)という。もしそれ隱雜重複し、參錯して稽え難ければ、顯に即きて幽を驗し、賾を探りて深を窮むれば、例の比するべきなし。ゆえに西法は別に借衰互徵を立ててもつて用となす。また比例なり。古九章にありては、すなわち粟布となし、衰分となし、均輸となし、盈朒となし、方程となす。この二者は、あい需(ま)ちてひとえに廢すべからず。(13)

西法の幾何學、すなわち西法の量法は、線分を扱う測線、面積を中心とする平面問題を對象とする測面、體積などの立體圖形を論じる測體に分類される。『崇禎曆書』所收の『測量全義』十巻をはじめとする數學書は、いずれもこの分類法によつており、後の『數理精蘊』(一七二一年)もやはりこの分類を生かしている。それが九章の方田、少廣、商功、句股と對比されているのである。一方、『天學初函』所收の『同文算指』前編二巻、通編八巻(利瑪竇授、李之藻撰、一六一三年)は、當時のヨーロッパにおける代數學知識を紹介したものであるが(14)、梅文鼎の評價によれば、その内容は畸零と比例とに盡きる。畸零とは分數の四則計算、比例とは三數法の原理を用いる比例計算のことである。したがつて、かれにはこの『同文算指』に代表される西洋の代數學的知識は決して驚くに當らないものであり、むしろ貧弱な内容と思われた。かれにとつて眞に驚くべきものと思われたものは、『崇禎曆書』や『天學初函』などとは異なる徑路によつて導入された對數法であつた(15)。ともかく、かれは西法の算法についても、九章の算術の五章を對置させているのである。

數學を量法と算法とに二分するという考え方は、實は『崇禎曆書』=『西洋新法曆書』に見られる。すなわち、そこに收められた『測天約說』によれば、次のような記述がある。

度數の學はおよそ七種あり。共にあい連綴して、初めは二本となす。數という。度という。數とは物の幾何か衆きを論ず。それこれを用うるは、すなわち算法なり。度とは物の幾何か大なるを論ず。それこれを用うるは、すなわち測法・量法なり。(16)

度數の學、すなわち數學の根幹をなすものには二つあり、それらは物の數量的側面を論じる、數=算法と、物の大小を論じる、度=測法・量法であるとされている。また『比例規解』は、

度數を論ずるものは、その綱領に二あり。一に量法という。一に算法という。(17)

と言う。さらに『測量全義』によれば、

綴術の用はまた二あり。その一は、物を總べてもつて度となし、その幾何か大なるを論ず。量法というなり。その一は、物を截りてもつて數となし、その幾何か衆なるを論ず。算法というなり。(18)

と述べられている。要するに『崇禎曆書』においては、度數の學は量法と算法によつて論じられるということが述べられている。これは梅文鼎が數學の體系を論じるときの出發點となつていることを示している。かれはこの考え方をさらに擴大して、古典數學の再認識と結びつけようとしたのである。そして最終的に量法を統括する位置にあるものとして句股を置き、算術にたいしては方程を置くという結論に達する。すなわち、かれの數學にたいする態度は、單にそれらが二つの部分から成立し、それぞれの部分を構成する九數が固有の立法の原則をもちながら、難易の度合の位階を示しているということを明らかにしたにとどまるものではない。それが以下において論證する、かれの數學研究の基本的な成果であつて、その結論は二つの論點にまとめられるのである。

その一つは、西洋の幾何學の影響のもとに存在の價値が忘れ去られようとしていた、中國數學のもう一つの重要な側面であ

る算術を評價しなおすことであつた。その中心に方程を位置づけ、この多元一次數字方程式の定義から出發して、それに新たな意味づけを行ない、文獻批判をも含めた方程論を展開することであつた。こうして傳統を生きかえらせ、それによつて、方程は他の諸算法を解くばあいにも擴張できるという結論に至る。もう一つは、平面圖形から立體圖形までの西法の代表者である幾何學や、さらに天文學の基礎をなす球面三角法などを、統一的に理解できる原則を發見することであつた。それが句股の法であつた。この句股法によつて、西法の幾何學を把握しようとしたのである。かれの言葉を借りて表現すると、

(1) 雜法は方程を御すあたわず。しかして方程はよく雜法を御す。

(2) 諸法は句股を治めるあたわず。しかして句股は諸量法を治む（球面三角法についてはこう述べている。全部の曆書はみな孤三角の理、すなわちみな句股の理なり）。

となる。この二點について論じる前に、かれが行なつた數學の研究の主要な對象、およびそのなかで特に見るべきものについて、簡單に紹介しておきたい。[19]

II 梅文鼎の數學研究

明代の數學を考えるときに忘れてはならないのが珠算法であるように、清代の數學を考えるときに忘れてはならないのは筆算法であろう。そしてこの筆算法の確立において、もつとも大きな貢獻をなしたのが梅文鼎だと言える。一六九三年に刊行された『筆算』全五卷は、この筆算法を取り扱つたものであり、この『筆算』の批判の對象となつたものは、言うまでもなく『同文算指』であつた。內容面における問題點もさることながら、西洋的形式を用いて展開しているということにも大きな問題があつた。もちろん、『同文算指』の內容はクラビウスの數學書だけでなく、中國の數學書から採用された部分も多い。[20] これらがいわば『同文算指』風に展開されているのである。梅文鼎は數學の展開樣式について、『同文算指』とは異なる立場に

立つ。九章には九章に固有の解法があるから、それによつて解決できるものは固有の解法によるべきである。算術の前提に位置する命數法、整數や分數の加減乘除の四則計算、開方法などは『筆算』において、計算を機械的に可能ならしめる方法、すなわち計算器具を使用する算法は『籌算』（一六七八年）において論じ、また比例規などの計算尺を使用するものについては『度算釋例』（一七一七年）において考證する。それがかれの考え方であつた。

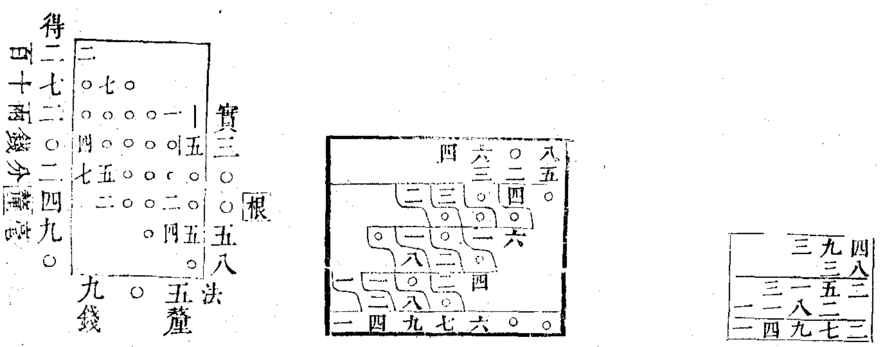
筆算によつて行なう計算法は、當時は今日のものとはもちろん異なつていた。しかし、『同文算指』の筆記法は横書きであつて、左から右へ運算を行なう現在と同一の書き方によつている。この筆記法について、梅文鼎は『筆算』の「自序」において次のように述べている。

いわく。しかればすなわち、子は何をもつて衡をかえて直となすや。いわく。旁行するものは西國の書なり。天方國の字は右から左にゆき、歐邏巴の字は左から右にゆく。みな衡に列して行となす。かの中の文字はことごとく然るなり。かの文字はすでに衡、ゆえに筆算もまた衡なるは、そのかの用に便なるを取るのみ。われと異なるを求めるにあらず。わが文字はすでに直、ゆえに筆算をよろしく直とするは、またその用に便なるを取るのみ。彼に勝るを矜(ほこ)るにあらず。問うものもつて然りとなす。(21)

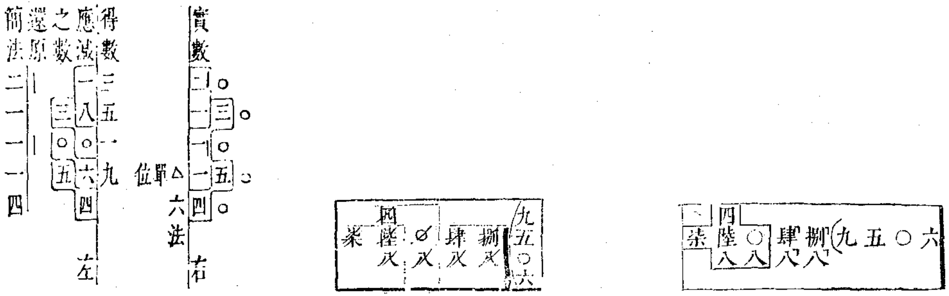
さらに、その「發凡」において、

筆算は横をかえて直となし、もつて中土に便ならしむ。けだし直下して書くものは、中土の聖人の舊にして、吾人の習うところなり。籌算の直をかえて横となすのと、その理は正に同じなり。(22)

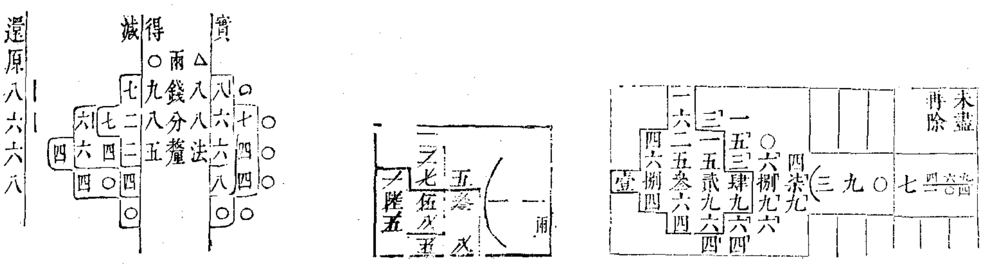
と書いている。アラビアやヨーロッパの横書き形式がそれらの土地の筆説法にしたがつているのと同じように、中文のばあいは縦書きによつて筆算を行なうのが便利である。したがつて中國人にとつて不自然であつた『同文算指』の筆算形式とは異なる、縦書き形式に改めるべきだと主張し、『筆算』においてはこの形式によつて計算式を説明したのである。ところが、方中通が『數度衍』巻二の「筆算」にあげている圖式は、左から右への横書き形式が用いられている。少なくともこれが書かれた



(1) 乘法
『筆算』二 300.58×905＝272024.90
『數度衍』二 468×325＝1497600
『同文算指』前編上 398×38＝14972



(2) 除法（除數が一桁の場合）
『筆算』二 21114÷6＝3519
『數度衍』二 76048÷8＝9506
『同文算指』前編上 76048÷8＝9506



(3) 除法（除數が二桁以上の場合）
『筆算』二 8668÷88＝98.5
『數度衍』二 653÷56＝11 餘り15
『同文算指』前編上 1832487÷469＝3907 餘り104

圖1 乘法と除法の比較圖。(2), (3)で明らかなように，『同文算指』の除法はガレー算（Galley method）によっており，『數度衍』はこれを踏襲した。算例も同じものが見られる。

一六六一年の當時には、梅文鼎とは異なる筆算法がなされていた。文鼎の『筆算』になつて、便利性という面から『同文算指』的な形式が全面的に書きかえられた。同じ筆算法を論じてはいても、兩者の計算圖式はこの點において大きな相違を見せている。ある意味で、梅文鼎の數學は中國的展開をなすようになつたと言えよう。もちろん內容においても『同文算指』とは異なるものとなつている。一般的に言えば、『筆算』の乘法は『同文算指』のものと比較してやや繁雜ではあるが、除法のばあいは『筆算』の方がすつきりとしている。(23) 兩者を比較するために、圖を掲げておこう(圖一參照)。

ここで注意すべきことは、梅文鼎が位取りについて特に心を配つていることである。この定位法は、『勿菴曆算書目』の「西鏡錄訂註一卷」に述べられている。『同文算指』には見られないが、『西鏡錄』(作者不詳)になつてはじめて出現する。かれはこの寫本に誤學等の多いことから、それに訂註を加えた。乘法の圖の四角で圍まれた「根」という文字がそれを示している。小數のコンマに當るものである。同樣の操作が除法についてなされている。自動的に結果の名數が讀めるように、單位に留意した計算式が作成されている。このような乘法や除法は、『筆算』の第二卷に論じられており、第一卷は列位法について、第三卷は「異乘同除」、すなわち三數法(西法の三率法)およびその應用について、第四卷は「通分」、すなわち分數の四則計算について述べられている。また第五卷は「開方術」、つまり開平方、開立方について論じられている。この附錄として、『梅氏叢書輯要』(梅瑴成編、一七六一年)によれば『方田通法』(一六六四年)のほかに、『古算器考』が收められている。特に後者は珠盤の起源について考證したすぐれた短篇である。

梅文鼎の『筆算』によつていわゆる筆算法は確立することになつたが、故武田楠雄氏が指摘したように程大位の『新編直指算法統宗』(一五九二年)に紹介されている寫算、すなわち「鋪地錦」は、形式は全く異なるとは言え、やはり筆算によつて機械的に計算を行なう圖式であつた。方中通は『數度衍』においてこの『算法統宗』のものと同一の問題を引用している。文鼎もやはりこの鋪地錦に言及しているが、特に論じてはいない。かれの關心は、命數法から始まつて、主として加減乘除の四則計算を筆算法によつて統一的に論じることであつた。程大位の寫算から梅文鼎の筆算への變化が用意した、「文人の役にたつ、

もつとも便利な」(『筆算』一 發凡)方法の確立は、清代中期の中算學の復興と無關係ではないと思われる。

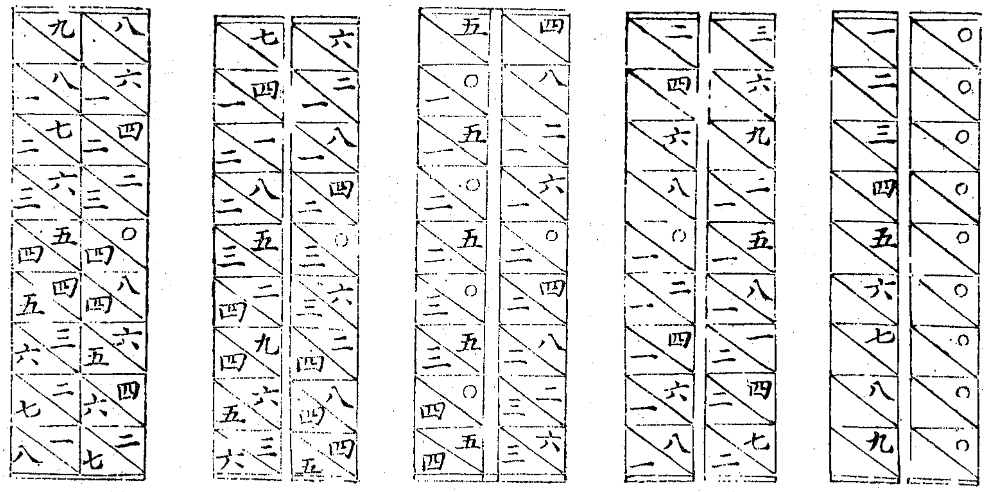
『筆算』の第五卷、および『籌算』の第二卷には開方法が論じられている。この開方法について特に論じられているのは、梅文鼎の次のような文章によつて説明できよう。

> 測量句股はすべて開方に恃つ。開方に平あり立あるも、しかも平の用は博し。その實ありて法なきをもつてのゆえに、別に一術となし、もつて乘除の窮まるところを佐く。(24)

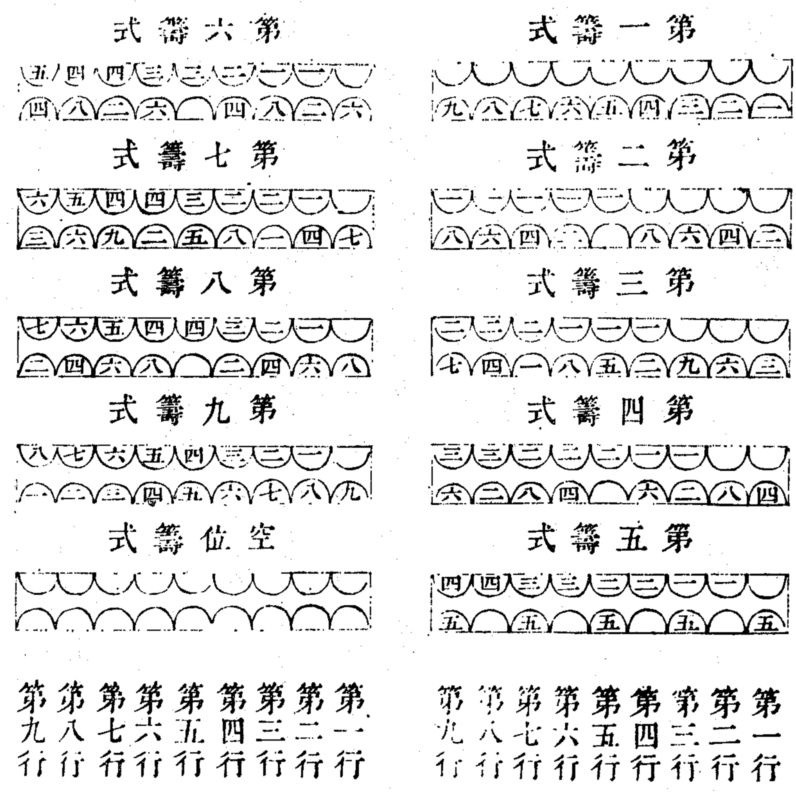
すなわち、方程等の計算にとつて乘除算が缺くべからざるものであるように、句股法の計算には開方の法が重要な役割を果す。しかもそれは四則計算では行ない得ない計算を可能にする。開方法には、二乘根を求める開平方法と、三乘根を求める開立方法がある。それらには方根を求めるべき、平方數や立方數がある(實あり)が、除數に相當するものはない(法なし)。つまり開方法は獨立の計算法として考えられる。數學の全體をかれがどう考えたかを示す文章である。量法や算術の諸法の根幹として、筆算や籌算、さらに度算が位置づけられるということを明白に示している。これらがすべて相互に連關性をもたせて把握されたのである。

次に『籌算』二卷について見てみよう。『梅氏叢書輯要』には二卷になつているが、一六七八年に刊行されたときは七卷であつた。『筆算』との重複を避けるために二卷になされた。内容的には、『崇禎曆書』所收の『籌算』(羅雅谷撰)を忠實に紹介したものと言えよう。(25) すなわち、どのような原理にもとづいて、どのような材料を用い、どう籌(算木)を作成するかということから、それを用いてどのように計算を行なうかについて述べる。また、籌算法を使用すれば便利な乘法や除法、さらに開平方法や開立方法等の計算法について論じる。また、この『籌算』において注目すべき點は、『筆算』と同じような工夫がなされていることである。もともと算籌は縱に長い策で、そこに横書きの數學が刻まれていた。(26) 梅文鼎はそれを横にして、縱書きに漢數學を刻んだものに改めた。これは『筆算』において記數法を改めたのと同じ考え方による。文鼎は次のように述べる。

> 原法は横に書く。ゆえに直籌を用う。籌が直なれば積數は横。かの中文の字は實は横書を用う。いまは直に書く。ゆえに



(1) 直籌（『崇禎曆書』所收羅雅谷撰『籌算』一）



(2) 橫籌（梅文鼎『籌算』一）

圖2 算籌の比較

横籌を用う。籌の横なればすなわち積數は直なり。それ理は一なり。また數便あり。上より下にゆくは、すなわち中土の筆墨の宜、寫するに便なるは一なり。兩半圓は一位に合す。數を査するに便なるは二なり。商數は實（數）と平行す。位を定むに便なるは三なり。(27)

直籌と横籌を比較するために、『崇禎曆書』と『梅氏曆算全書』の圖を掲げておく。直籌を横籌に改めたことのほかに、かれは二つの半圓形によつて、斜線を入れた一駒を置きかえている。こうしたばあいは、結果を讀み取る上で誤りが少ないのと、商數が計算に用いられる算籌と平行してあらわれてくるから、位が定めやすいという便利さがある。

この籌算をもつとも早く紹介したのは明末の陳藎謨で、かれの著書の『度測』（一六四〇年）に述べられている。方中通もこの計算用の算籌に注目した（『數度衍』第五卷）。しかし横籌にしたのは梅文鼎であつた。後に戴震（一七二四―七七）は籌算のことを策算と呼んだ。その撰著『策算』一卷（一七四四年）は、半圓形によつて桁を區別することを止め、もとの斜線に歸したが、梅文鼎の横籌の形式はそのまま踏襲したのである。この算籌は、もともと對數法の發明者のジョン＝ネィピア John Napier（一五五〇―一六一七）が考案したものであるが、早くも一六二八年には中國に紹介されることになつたのである。そして、次に述べる比例規とともに、中國の數學者たちの關心を引くことになつた。そのなかにあつて梅文鼎は、この計算法を中國に定着させるという點において、特に目立つた活躍を示した。單なる模倣を乘り越えて、傳統的な面との連續ということに細心の注意を拂つて、こうした計算システムを論じたと考えられるからである。

次に比例規（Proportional Compass）について觸れておこう。(28) 比例規とは、ある比例關係を別の比例關係に移し換える比例計算用のコンパスであつて、ガリレオが一五九七年に考察したものである。『崇禎曆書』には徐光啓と羅雅谷 Jacques Rho の手になる『比例規解』一卷が收められている。すでに陳藎謨や方中通などは、そのうちの平分線などの一部について論じていたが、文鼎は一七一七年に『度算釋例』二卷を刊行して、藎謨の尺算の用法、あるいは弟の文鼏の得た算例（『比例規用法假如』、一七〇三年）などを參酌しながら、かれがまとめた比例規にかんする論點を明らかにした。『比例規解』に即して、かれが『度算

釋例』のなかで明らかにした論點は、次の三點に要約できる。

(1) 羅雅谷の『比例規解』のなかの誤りを正した。

表1　比例規の名稱の比較表

『崇禎曆書』所收『比例規解』(1630)	陳藎謨『度測』(1640)	方中通『數度衍』卷五 (1661)	梅文鼎『比例規解』(1717)	『數理精蘊』(1723)
平分線	平分線	平分線	平分線	平分線
分面線			平方線	分面線
更面線			更面線	更面線
分體線			立方線	分體線
更體線			更體線	更體線
分弦線	分圜線		分圓線	分圓線
節氣線			正弦線	正弦線
時刻線			切線	正切線
表心線			割線	正割線
金線			五金線	五金線

ガリレオの原著によれば，平分線は算術線，分面線は幾何線，更面線は多面線，分体線は立体線，金線は金属線のことである (Galileo Galilei; *Le Operazioni del Compasso Geometrico e Mililere*, 1606, Padua)。

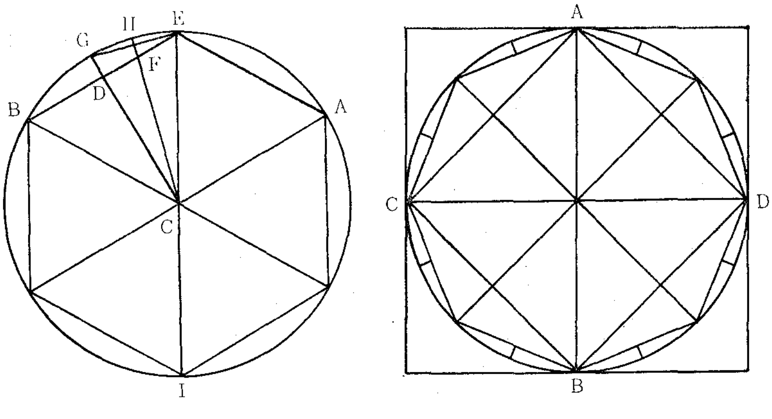
(2) 同書におけるわかりにくいところ、および譯に含まれている混同を改めた。

(3) 當時使用されていた術語に照らし合せて、讀者が理解しやすいようにした。

以上、簡單に比例規について觸れたが、比例規の種類については資料ごとの一覧表を掲げておこう（表一）。『數理精蘊』が梅文鼎の使用した術語を尊重していることに注意してほしい。なお五金線というのは、主要な金屬（水銀、鉛、銀、鐵、錫）について、金にたいする比重を求めたものである。この附錄として、こうした金屬のほかに、蠟とか蜜や羽毛などの非金屬について、物質の比重にかんする議論がなされている。『靈臺儀象志』（一六七三年）などを通じて流入してきた、ガリレオの靜力學が反映されたものとして無視できないものである。

梅文鼎が取り扱つた數學上の問題については、以上のほかに、ピタゴラスの定理の證明、圓周率問題、パスカル三角形（二項展開係數）、高次方程式論などに獨創的なところが多い。このうち、圓周率の問題については、圓周率πの數值が歷史的に見てどのように精密化されてきたか、そのなかにあつてヨーロッパから

導入された値はどう評價されるか、そしてかれはどのような數値を求めたか、ということが重要な點である。
圓周率が論じられているのは、『平三角擧要』五卷、『幾何補編』四卷（一六九二年）、『方圓冪積說』一卷（一七一〇年）などのなかである。かれが考證を行なつた資料には、『九章算經』の劉徽の割圜術、元代の趙友欽の『革象新書』に收められている「乾象周髀法」、あるいは郭守敬の『授時曆』などがある。これらは正弦を用いるものであつたが、その方法について圖を附して、



(1)　『九章算經』劉徽割圜術　　(2)　元趙友欽『革象新書』の乾象周髀法

圖3　割圜術の圖解（『平三角擧要』一補遺　正弦爲八線之主より作圖）

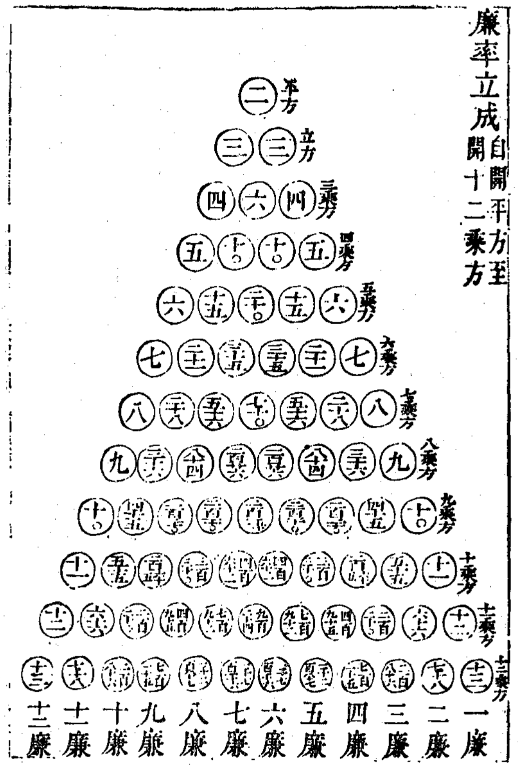
> 割圜の法は、みな句股を圜內に作り、もつて先に正弦を得る。ゆえに古人はただ正弦を用う。また足らざることなし。いまは割・切の諸線を用うるも、みな正弦より生ずるなり。(29)

と述べている（圖三參照）。圓周率を求めるとき正弦の法だけで十分だと述べているのは、割圜術が句股法に基礎を置くということを强調するためでもあつた。劉徽の得た値は三・一四有奇であつた。趙元欽の値は三・一四一五九二であつて、祖沖之の一一三分の三五五とよく合う。祖沖之のこの値は密率とよばれるものであつたが、かれは別に七分の二二を得ている。これらの方法は、西法＝『西洋新法曆書』に述べられた圓周率を求める方法と同樣である。それにもかかわらず、郭守敬の値に近い數値をあげている西法派が、「古人はただ徑一圍三を知るのみ」と決めつけたことにたいして、かれは「いまだ深く考えざるなり」と論駁している。(30)

さきに王錫闡は『曉庵新法』（一六五一年）において、π＝三・一四一六を採用したが、『幾何補編』卷五（『梅氏叢書輯要』は全四卷であるが、『梅氏曆算全書』では五卷となつている）において、梅文鼎の門弟たちの決定した値が紹介されている。それは圓

徑と圓の面積との比例によつてπを決定するものであつた（$r=10$として、$\pi r^2=S$ を利用する）。楊作枚は $\pi=3.142855384>\frac{22}{7}$、「孔興泰は $\pi=3.14159265$ を求めた。かれ自身は『方圓冪積説』において、$\pi=3.14159265$ を求めた（一七一〇年）。この有效數學九位までの値を定率として決めるに當つては、かれは祖冲之の密率 $\pi=\frac{355}{115}$ との差がきわめて小さいこと、および『新法曆書』の値と近いことを根據にしたと考えてよい(31)。後の『數理精蘊』には十九位まで圓周率が求められているが、その下編卷二〇では、文鼎の定率と同じ値が應用されているのである。幾何學の問題で見るべきものは、この圓周率の定率を決定したことのほかに、ピタゴラスの定理の證明を行なつたことがあげられるが(32)、それについては省略し、次に代數學的側面において注目すべきものをあげておこう。

そのひとつはパスカル三角形とよばれる二項展開係數$(a+b)^n$（を展開したときの係數）の問題である。これは『少廣拾遺』一卷（一六九二年）において取り扱われている（言うまでもなく「少廣」は九章の一つである）。『少廣拾遺』は開平方、開立方から始まつて、梅文鼎の術語を借りれば、「諸乘方を開く（開諸乘方）」、すなわち任意の方根を求める開方法について論じたものである。その基礎に位置するのが二項係數の問題である。二項係數が構成するパスカル三角形について、『少廣拾遺』に見えるものとして、開方求廉率作法本原圖と廉率立成（圖）とを圖四に掲げておく。ひとつは典型的なパスカル三角形であつて、八乘方までの係數――積數・廉率・隅算――が描かれている。もうひとつは積數と隅算を省略したもので、平方、立方から始まつて十二乘方までの廉率――一廉・二廉……十二廉――の圖が示されて



廉率作法本原圖(左)と廉率立成圖(右)。

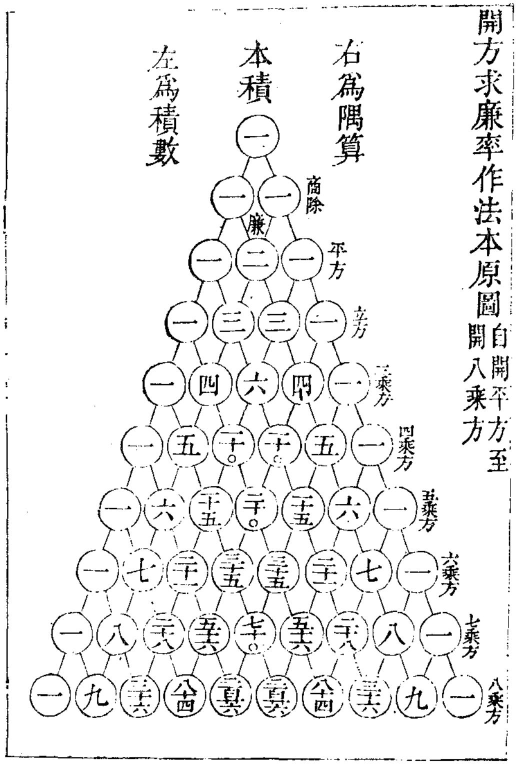


圖4　『少廣拾遺』一における開方求

いる。かれは一一世紀の宋代に發明された「開方作法本源」（二項式高次冪展開式係數表）や高次冪の正根を求める計算法は言うまでもなく、朱世傑の『四元玉鑑』（一三〇三年）の八次冪（＝七乘方）までの各項係數については見ていない。(33) かれが見たものは、呉敬（信民）の『九章比類』、周述學の『曆宗算會』、程大位の『算法統宗』であるが、それらにはいずれも五乘方（六乘冪）までの開方作法本源圖しかあげられておらず、しかも計算例は見られない。問題になるのは『同文算指』であるが、それについて梅文鼎は次のように言う。

同文算指はようやくその圖を變えて、七乘方の算法を具うるも、用には適さず。詮繹は譌誤なきにあらず。西鏡錄はその圖を演じて十乘方となすも、しかも擧數はわずかに平・立・三乘の一式に詳しきのみ。餘はみないまだ及ばず。(34)

『同文算指』は用に適さずと、かなり手きびしい批判がなされている。この引用から注目すべきものは『西鏡錄』である。かれの數學研究にたいする『西鏡錄』の存在は、當面の問題に限らず無視できないものがある。このばあいにも、『西鏡錄』には十一次冪までの二項係數が擴大されていたばかりでなく、平方根、立方根、四乘根までを求めた開方法が收められていたと解釋できる。恐らくはこの『西鏡錄』を足がかりにして、梅文鼎は展開係數を一擧に十二乘方（十三次冪）にまで高めたのである。それだけではなく、十三次冪までの方根を求めた、各冪ごとの開方計算例をあげてその解法を說明するという、煩鎖な手續きをなし遂げたのである。この成果は、後にひとつの典型を殘すことになつたと言うことができる。これを代數學的觀點から見れば、興味ある高次方程式論がかれによつて論じられたと言えるのである（後述する「方程論」は多元一次數字方程式論であり、こ

こで言う方程式とは通常の意味での方程式論のことである）。

なぜなら、かれの高次開方法は次のような形式の高次方程式を解くことであつたからである。

$$f(x)=x^n-A=0 \quad (n=1, 2, 1, \ldots 12)$$

この方程式を解くためにパスカル三角形が應用される。はじめに、この方程式に適當な初商 x_1 を選んで、$f(x_1)$ と實數 A との差をとる。殘餘があればそれを餘實 A' と名附ける。ふたたび、これを滿たすもつとも近い正の整數を選んで、それを次商 x_2 とする。さらに殘餘があれば三商 x_3 を選ぶ。こうして、つぎつぎと續商 x_m を適當にとつて方根を求めるというのが、かれが記述している方法である。かれの方法によつて次商までの求め方を代數的に記せば、次のようになる。

初商 x_1 をもとの式に代入して餘實 A' が殘つたとき、次の關係が成立する。

$$f(x)-f(x_1)=A'$$

次商 x_2 がこの式を滿足すれば、

$$nx_1^{n-1}x_2+\frac{n(n-1)}{2!}x_1^{n-2}x_2+\cdots\cdots+\frac{n(n-1)\ldots(n-k+1)}{k!}x_1^{n-k}\cdot x_2^{n-k}+\cdots\cdots+\frac{n(n-1)}{2!}x_1^2\cdot x_2^{n-2}+nx_1\cdot x_2^{n-1}+x_2^n\cdot x_1^0=A'$$

となる。もちろん、求めるべき方根は、

$$x=x_1+x_2$$

である。これが滿足されないばあいには、さらに三商 x_3 以下をとつて、同樣の手續きを行なえばよい。さて『少廣拾遺』によれば、

$$n, \frac{n(n-1)}{2!}, \cdots\cdots, \frac{n(n-1)\ldots(n-k+1)}{k!}, \cdots\cdots, \frac{n(n-1)}{2!}, n$$

は定率（廉率に相當するもの）、

$$x_1^{n-1}, x_1^{n-2}, \ldots, x_1^{n-k}, \ldots, x_1, x_1^0(=1)$$

は初商、また定率に初商をそれぞれ乘じた

$$nx_1^{n-1},\ \frac{n(n-1)}{2!},\ \ldots\ldots,\ \frac{n(n-1)\ldots(n-k+1)}{k!}x_1^{n-k},\ \frac{n(n-1)}{2!}x_1^2,\ nx_1$$

は汎積、またこれに次商、

$$x_2,\ x_2^2,\ \ldots,\ x_2^{n-k},\ \ldots\ldots\ldots,x_2^{n-2},\ x_2^{n-1}$$

をそれぞれ乗じた

$$nx_1^{n-1}\cdot x_2,\ \frac{n(n-1)}{2!}x_1^{n-2}\cdot x_2^2,\ \ldots,\ \frac{n(n-1)\ldots(n-k+1)}{k!}x_1^{n-k}\cdot x_2^{n-k},\ \ldots\ldots,\ \frac{n(n-1)}{2}x_1^2\cdot x_2^{n-2},\ nx_1\cdot x_2^{n-1}$$

は定積とよばれている。かれによれば、こうした高次代數式を定率、初商、汎積、次商、定積等の用語を用いて表現した。そして、その數値計算は、自らの用意した多くの數表を用いて行なつた。このばあい、十二乗方までの廉率を求めた廉率立成圖が重要な位置を占めるものであることは言うまでもなかろう。

以上、梅文鼎の數學の著作のなかから特に見るべきものを拾つてみた。次にかれが中國と西洋を含む數學知識の全體を、いわば二元的に把握したと考えることが許される根據となる、方程と句股にたいして數學の體系化においてどのような役割を與えたのかという問題に歸つてみたい。

III 『方程論』の展開

不思議なことに、梅文鼎の數學を取りあげた從來の數學史家は、かれが多大の努力を拂つて書いたと思われる『方程論』六巻（一六七二年）の評價について言及することを避けてきた。『方程論』の存在とその內容を明らかにすることが、かれの數學全體を把握することに結びつくと思われる。數學上の過去の業績を近代數學の諸分野における形成要因となる成果という觀點からのみ、科學古典のなかに發見して行こうとする態度には落し穴がある。いわゆる近代科學という價値判斷からすれば、それにつながらない過去のすべてのすぐれた科學上の成果は、故意に捨て去られてしまうか、忘れ去られてしまい、ある側面が缺

如した虚像が作られるからである。中國數學の輝やかしい傳統は、宋元時代を最盛期として、後は衰退の一途をたどつたという言い方は、こうした態度と無關係であろうか。この小論において、あえて見すごされてきた『方程論』を持ちだして、かれの數學を論じようとする意圖は、梅文鼎が當時の中國における傳統的な數學を、西洋から導入された數學を吸收して理解した上で、再認識し、それをいかに復興して生きた知識にしようと努力したかを明らかにしたいと考えたことから生じたものである。

明代の末期に翻譯された幾何學にかんする數學書は實に多い。『天學初函』に收められた『幾何原本』六卷(一六〇五年)、『圜容較義』一卷(一六一四年)、『測量法義』一卷(一六一七年)、『句股義』(一六一七年)、あるいは『崇禎曆書』の『大測』二卷(一六三〇年頃)、『測天約說』(一六三〇年)、『幾何要法』四卷(一六三一年)、『割圓八綫書』一卷、『測量全義』十卷などがある。梅文鼎はこのありさまを、

近くは西學驟興し、その句股を言うものはもつとも備われり[35]

と表現している。こうした幾何學の情況を反映して、特に『幾何原本』を紹介した論著が多く書かれた。代表的なものをあげれば、方中通の『幾何約』(一六六一年)、李子金の『幾何易簡錄』(一六七九年)、杜知耕の『幾何論約』(一七〇〇年)などがある。これらはいずれも『幾何原本』を要約したものと言えよう。これらの數學者たちには、九章について述べた論著も、もちろんあつた。また李篤培の『中國數學圖說』のように、中西の兩數學の各分野を九章に分類して收めるという、注目すべき成果もあつた[36]。しかし、こうした幾何學の流行に押されて、方程をはじめとする算術の側面の存在の影は薄らいでいたと、斷言することが許されよう。それについて論じるものがあつても、「株守舊聞」と梅文鼎が言つているように、新しい見解は生れず、內容には誤謬が含まれるものがほとんどであつた。すでに程大位の『算法統宗』にしても、かれの目には不十分なものと映つた。かれはこうした實情を、

方程のごときに至りては、別に專書の證すべきなし。存するところの諸例は、また俗本に亂されるところとなる。妄らに

歌訣を增し、立てて膠古の法となす。印定の後、耳目を賢とするも、方程はまた用うべからず。ついに贅疣のごとし。周官の九數は、ほとんどその一を缺く。(37)

と書いている。算法のなかでもつとも中心的な位置を占めるべき方程には、句股のように專門的な論著もなく、算例にも混亂が入つて使用に耐えない、無駄な添えもののようなありさまだと思われた。數學は量法と算術よりなるとするかれにとつて、このありさまは放置しておけるものではなかつた。

方中通は『數度衍』において、句股を主とする數學の一元的な展開を試みた。かれは次のように述べた。

西學は精たり。中土は傳を失するのみ。いま西學をもつて九章に歸し、九章をもつて周髀に歸さん。周髀はひとり勾股を言うのみ。しかして九章はみな勾股の生ずるところ、ゆえに勾股をもつて首となす。少廣これに次ぎ、方田これに次ぎ、商功これに次ぎ、差分これに次ぎ、均輸これに次ぎ、盈朒これに次ぎ、方程これに次ぎ、粟布これに次ぐ。(38)

この主張は、西學は九章に歸せられ、九章は周髀に歸せられる。周髀は句股のことだけを論じるが、九章はすべてそこから生じるものである。そして九章は生成關係からして、句股―少廣―方田―商功―差分―均輸―盈朒―方程―粟布という順序に排列できると言うものであつた。これに比べて、梅文鼎の考え方は二元論的なものであつた。さきに述べた算術の傳統を失うべきでないという考え方から生じたかれの二元論的な發想が、『方程論』を書いた動機であつたと思われる。

こうした二元論的な立場から、かれは算術の重要性を强調する。量法と算術とは、兩者がたがいに關連しあつているから、どちらか一方をないがしろにするわけにはいかない。むしろ算術の方がより廣い有效性をもつと斷言する。すなわち、

しかりといえども、算術はもつて量法の窮みを濟い、しかも量法はもつて算術の變を盡すべからず。何となれば、量るべきものは、それ見るべきなり。天下の見るべからざるものは多し。算術にあらずんば、何をもつてこれを御さん。ゆえに量法は窮まりあるも、しかも算術は窮まらざるなり。(39)

と述べている通り、算術は具體的な形をとつて現れないものにも適用され、しかもそれらの變化をも含んだ、數值的側面を明

かにしてくれると言うのである。それにもかかわらず、古典數學の算術は簡潔にすぎて、このことが必ずしも十分に理解されない。一方、ヨーロッパから傳えられた數學は、測量句股については詳しく述べられているのに、算術においては遺憾な點が多く見られる。特に『同文算指』については、『方程論』において強い批判を行なつている。複假定法によつて連立一次方程式を解く過不足算、すなわち盈朒や、連立多元一次方程式の解法である方程は、もともと中國數學から採用したものであつた。ところが『同文算指』は傳統數學を變化させて、それらを三率法（三數法）によつて統一しようとしたのである。

譯すところの同文算指のごときは、大約は三率を用いて、もつて古法を變える。盈朒・方程に至りては、すなわちその術はまた行なうべからず。ここにおいて古人の法を取り、もつてこれを傳う。利氏（瑪竇）の傳うるところにあらざるなり。算術の妙は、盈朒・方程に若くなし。しかして泰西はみなこれなし。これ九章はその二を闕くなり。[40]

三率法によつて論じられないものとして、盈朒と方程があつた。ところがこの二つは、算術のなかではもつともすぐれたものである。『同文算指』は、『算法統宗』の盈朒の算例と同じものを採用した。また方程という項目は消えてしまつた。しかもどちらも表現を變えて論じられた。この結果、九章のなかでもつとも重要な盈朒や方程の二つの計算法が失なれることになつた。ところが、中國の傳統數學を論じた人びとも、「舊聞を株守」するにすぎず、計算法のたて方や算例の分類にも多くの缺落や錯亂を含むようになつていた。こうして、句股と同程度に重要な方程が省略され、變化させられて、本來の意味が忘れ去られようとしているときに、「方程」の傳統をかれの新しい數學體系のなかに生かすことが、梅文鼎の目的であつた。

算術の方程あるは、なお量法の句股あるがごとし。かならず深く諸算術を知り、しかる後によく方程を言うは、なおこれがかならず深く諸量法を知り、しかる後によく句股を治むるがごとし。諸の方田、少廣のおよそ量法に屬するものは、往往にして句股をもつて立算するべきものあるも、しかも諸法は句股を治めるあたわず。方程の粟布、衰分におけるや、また然り。ゆえに雜法は方程を御すあたわざるも、しかも方程はよく雜法を御す。[41]

句股は諸量法を解くことができ、方程は諸算術を支配することができるというのが、かれの主張である。この兩者を、量法と

算法の主要な位置におくことによつて、數學を體系附けるというのがかれのねらいであつた。こうした方程の位置附けを骨格にして、かれは九章を合理的に復活することを意圖した。だからこそ、「數學の極致」である方程について、特に論じる必要があつたと考えられるのである。次に『方程論』にしたがつて、かれの方程の議論を紹介してみたい。

『方程論』巻一の標題は「正名」となつている。そこには和數、較數、和較雜、和較變という四つの基本的な方程の型が論じられ、それぞれについて算例によつて説明されている。巻二は「極數」であり、基本型を變化させて演算する帶分方程、疊脚方程、重審方程とよばれる解法について述べる。巻三は「致用」であつて、省算、列位という項目がある。巻四は「刊誤」で、從來の數學書の誤りを、立負の誤り、加減の誤り、法實の誤り、併分母の誤りに分類して論じる。巻五は「以方程御雜法」と題されている。最後に、巻六は「測量」であつて、測量の計算問題にも方程法が用いられることについて論じている。この巻五と巻六は、もともと逆になつていたものを、梅瑴成が『梅氏叢書輯要』を編集した際に(一七六一年)移しかえたものであつて、『梅氏曆算全書』では巻五が「測量」、巻六が「以方程御雜法」となつている。

方程を論じるにあたつて、かれはまずその淵源から説きおこす。『周禮』に言う九數として、方田、粟米、差分、少廣、商功、均輸、盈朒、方程、句股をあげ、九章中の第八章に方程があつたことを强調する。方程という字義を説明し、その變遷を説き、明代になつて算學が粗雜になつたことなどを述べる。そして方程がなぜ多くの誤謬を含むようになつたかについて論及し、また方程法はどのような基準に則つて確立するべきかを論じる。その基準に則して展開されたのが、かれの『方程論』六巻ということになる。

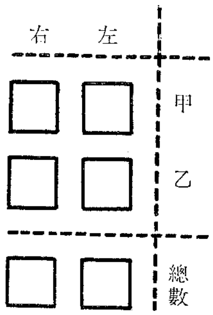


圖5　方程の圖式

どのような數學書にあつても、二色方程(二元一次數字方程式)、三色(三元一次)、四色(四元一次)などのように、未知數の數によつて個條を立てて解法を論じているが、かれはそれ以前の前提として、もつと根本的な方程の原理やその論理的側面から、議論を組立てるべきだとする。

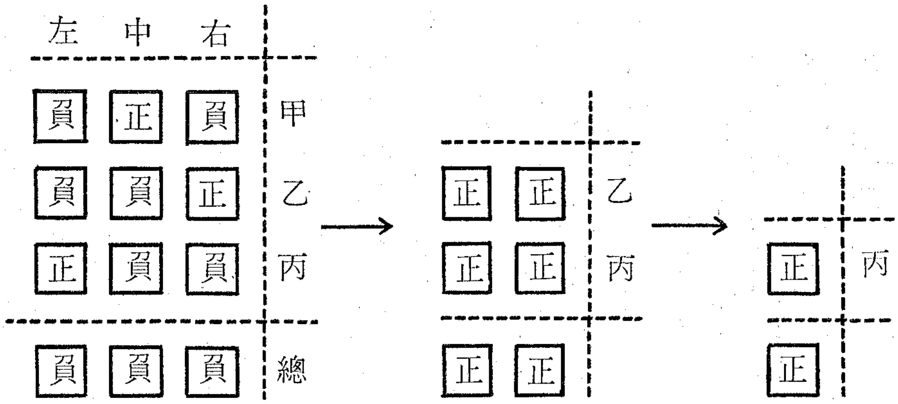


圖6 和較交變方程圖

いかなる計算であつても、すべて和と較（差）を基本的論理とする。だから、和と較とは、すべての算法が準ずるべきものである。和とは合であり、較とは分である。算法は合と分とによつて立てられる。

和とは諸數の合なり。較とは諸數の分なり。ゆえにこれを較という。較は和とあい求め、しかして法はここに立てられる。……萬算は多しといえども、これに準ず。ゆえに和・較は萬算の綱なり。(42)

したがつて、方程法にはまず第一に和數方程がある。ある物がいくつかと、ある物がいくつかあり、その價は合計していくつになると言うとき、正負の別という觀念は入りこまない。ところが、ある物がいくつかあり、別の物がいくつかあつて、その差を取るときは、正負の別を明確にしなければならない。そのような關係が含まれるばあいは、較數方程が必要になつてくる。さらに一方には正負がなくても、他方には正負があり、この二つを連立（比方）して、二つの未知數を求めようとするばあいがある。それは和較雜方程である。この三つの場合を數式で表現すれば、

$$\begin{cases} a_{11}x_1 * a_{12}x_2 = b_1 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1) \\ a_{22}x_1 * a_{22}x_2 = b_2 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2) \end{cases}$$

となる。$a_{ij}(i, j=1, 2)$, $b_i(i=1, 2)$ は與えられた數值であつて、梅文鼎によれば、求めるべき數值に相當する x_{ij} は各數、與えられた b_i は總數という表現がなされている。＊印がともにプラスの符號であれば和數方程式、＊印がともにマイナスの符號になつていれば較數方程式、さらに＊印がたがいに異符號になれば和較雜方程式であると考えればよい。(1)、(2)を連立して解

く手續を圖式的に行なうのが、方程法はのである。その圖式を掲げておく。圖五において、甲―右は a_{11}、乙―右は a_{12}、甲―左は a_{21}、乙―左は a_{22}、また總―右は b_1、總―左は b_2 と考えて、さきの數式と對應させればよい。

さらに和較交變方程がある。三元以上の連立方程式のばあいは、未知數を消去していく過程の各段階において、はじめは較數方程であつても、一つの未知數を消去した次の段階では正負が消滅して、和數方程となることがあり、その逆もある。こうした方程式は和較交變として、第四番目のものとしたのである（梅文鼎のあげた算例を圖式化したものが圖六である）。このようなさまざまな計算に適用できるところに方程のすぐれた點があり、方程を一章にあてた理由があると、梅文鼎は主張している。

他の諸算法や方程にはそれぞれ固有のものがあるということにかんしては、和數方程例と差分章の貴賤相和法（職階に應じて比例配分を行なう計算）、および較數方程例と盈朒章とを比較をすれば、差分や盈朒と方程の算法が分れる所以の相違點もはつきりしてくる。前者のばあいは、手順として x_1 の項が消去されるように、(1)式と(2)式において、(1)に a_{21} を、(2)に a_{11} を掛けて邊邊を減ずればよい。差分の貴賤相和法と方程とは同じ手順による。貴賤相和法には、いわゆる總物の總價（b_i にあたるもの）が與えられているだけでなく、毎物の毎價が與えられている（a_{ij} に相當するものには、身分差などによる比率が與えられている）。方程のばあいは、總物の總價（合計額）が與えられてはいるが、毎數は未知數であつて與えられてはいない。それが兩者の異なる點である。また、盈朒法とは一次方程式を複假定法で解くものである。一次方程式 $f(x)=V$ に、$x=x_1$, $x=x_2$ という近似解を假定して代入した、$f(x_1)=A$ と $f(x_2)=B$ の二式において、A, B が V と同じ値になる（適）か、過分がある（盈）か、不足する（朒）かによつて、x と V とを求めるのである。[43] したがつて假定される解、すなわち出差は、はじめから與えられる。しかも總數 V は與えられるのではなく、過不足の値のみが與えられる。方程とは違つて、V は求めるべき數値とされる。過か不足かによつて、あたかも較數方程のような立式を行なわなければならないが、兩者は本質的に異なる。この差をとるというのは、方程の正負とは別のものである。ところが、こうした二元一次のばあいのように、本來の方法で解くべきものはまだしも、和と較のまじつたものや三元以上になると、方程でなければどうしても解けなくなつてくる。

こうして、和較相雜、および和較交變方程例をあげる必要については、梅文鼎の次のような考え方から生じてきたのである。

方程の用いてもつて隱雜を御す。妙は雜と變とにあり。その雜を知れば、すなわち雜りても亂れざるなり。その變を知れば、すなわち變じてもその常を失なわざるなり。諸書の論ずるところ、みないまだここに及ばず。ゆえにこれを求めて甚だ詳しくも、これを去りていよいよ遠ざかるなり。[44]

諸書の方程の核心をはずれた議論の批判を行なう。さらに『同文算指』通編卷七の「疊借互徵」法によつて解かれている設問も「原法は繁重なり」とする。一方、それはかれの方程の和較交變法によつて簡單に解けることを證明する。かれは差分、盈朒、方程などの算法の根本的な立式の原則に立つて、九章にそれぞれ固有なものがあるということを示し、さらに諸書に見られる混亂を解きほぐすために、嚴密な議論を展開したのである。

方程は以上に説明した四つの基本型を離れるものではない。しかし、標準的な解法だけでなくて、もつと廣く方程が擴大できることを論證するために、卷二において「極數」について論じる。この極數に含まれているのは、さきにあげたように㈠帶分方程、㈡疊脚方程、㈢重審方程である。㈠は化整爲零法、變零爲整法、雜用零整法の三種に分れる。これらの術語が表現しているように、整數ではなくて小數點以下の畸零（「零」）の數が設問に含まれる。分數が入り込む帶分方程のうちから、化整從（＝爲）零法について一例をあげておこう。

いま甲の字の庫に金を貯め、丁の字の庫に銀を貯めるあり。各おの總を知らず。但にいう。甲の四の三を取りて丁の五の二を加うれば、すなわち一百一十萬なり。もし甲をもつて丁の倍數に加うれば、すなわち四百四十萬なり。問う。各おの若干。答えていわく。甲の庫は金四十萬、丁の庫は銀二百萬なり。[45]

この算例でもわかるように、卷一で述べられた方程法の要因である總價は與えられていない。しかし、これは方程によつて解ける。圖七のような方程圖式が描けるのである。この圖の左の行のように整數を分數に變えていることに注意されたい。これは盈朒の解法ではなくて、方程によれば簡單に解けるものの一例である。さらに『同文算指』が連比例を用いて解いた設問も、

この帯分方程のなかに統一されている。

方程法の特色は、圖六でも明らかなように、二つ以上の未知數(多色)を消去して、最後に一つ(一色)に減じ、それをもとに他の未知數を逐次求めるところにある。しかし、こうした標準的なもののほかに、こうして得られた一つの未知數について二つ以上の數値を求める必要のあるばあいがある。これは疊脚、すなわち瓔珞方程法で解くのである。設問と圖式とは省略し、この方程についての説明を引用しておこう。

およそ方程を算するものは、みな多色をもつて遞減し、一法一實に至れば、もつて先に一色の數を知る。しかれども、この先に求むるところの一色は、却りて原もと帯びた不同の數あり。すなわち法は一なるも、實は一にあらず。ゆえに一總法をもつてして多實を除す。疊脚の法に非ずんば不可なり(46)。

一つの立式によつて、未知數に二つ以上の數値を得るような數字方程式である。それを疊脚の法とよぶ。こうした方程のほかに、求めるべき數値が二つ以上の項の總計になつているときは、それぞれの項について方程式を解き、總計の値はそれらの合計として求めることができる。このように二回以上の手續きを重ねて解を求めるばあいの方程を、重審方程という。梅文鼎はこのような種種のものについて分類を行ない、その解法の性格に應じた場合わけをしたのである。

『方程論』巻三「致用」に収められた省算法は、多元方程式において空位がある場合について論じる。最高のものは七元(七色)までの連立方程式について、空位があれば實際にはそれ以下の多元方程式に歸せられることを、さまざまな算例をあげて示す(空位省算)。また、同一の未知數の係數が同じである場合は、當然のことながら消去のさいに乗法計算が省ける。この同數省乗についても言及する。方程圖式をどのように排列するかによつて、省算の經濟性が左右される。有效な省算は、この排列を行なう「列位法」の有效性にかかつている。かれが示した設問によれば、最高七つの未知數をもつた七色方程が、二

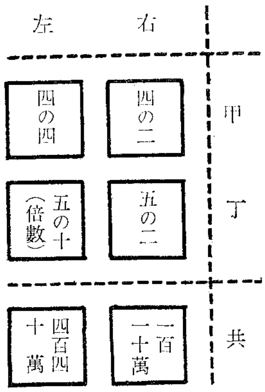


圖7　帯分方程例
(化整從零法)

圖八　設問の誤り。井不知深の算例。

一	甲二	乙一	○		○	七百二十一
二	○	乙三	丙一		○	七百二十一
三	○	○	丙四	丁一	○	七百二十一
四	○	○	○	丁五	戊一	七百二十一
五	甲一	○負	○負	○負	戊六	七百二十一

色と三色の方程の組合せに歸せられることを明らかにしている。

巻四「刊誤」においては、梅文鼎が檢討した諸書、特に『九章比類』、『算法統宗』、『算海説詳』など、あるいは『同文算指』に見られる、誤謬や混亂を正している。さらに、本來は方程法によつて解くべきものが、差分法によつて解かれ、方程以外の諸法に入れられてしまつていることを指摘する。また、多元方程式についても、『統宗』をはじめとする諸書の誤りを明かにする。すなわち、『統宗』巻十一「方程章」の歌訣には、「方程は實に誇るべし。すべからく末位(最後の行)を存して根芽になし、もし奇行に遇えばすべからく價を減ず。偶行の價は要は相加うべし」と言つている。(47) ところがこの四色方程例は、梅文鼎の列位法によれば、空位のある四色であつて、本質的には四色方程ではない。それにもかかわらず、『統宗』以後の數學書はこの誤りを受繼いだ。そして五色や六色の場合にも、同じように末位(最後の行におかれる式)を主にして(根芽にして)算法を立てようとした。こうした問題點は「加減の誤り」において論じられる。

『同文算指』通編巻五に收められている「菽麥畦工諸互乘の法」のように、本來は方程に分類されなくても、結局は方程の解法によるべきものがある。また、方程によつて計算するべきであるのに、方程法を用いないで併分母法によつて解かれているもの、差分法で解いているが方程によつて解くべきもの、さらに巻三の「帶分の法」を用いれば、『同文算指』もそのまま無批判に踏襲した、意味の通じない併分母の法の例題も、明らかにされるもの、こうした事例が「併分母の誤り」に論じられる。ここは『同文算指』を問題にしていると考えてよい。

次に『同文算指』の設問が直接批判されているのが「設問の誤りの辯」である。『九章比類』をそのまま引用した、『同文算指』通編巻五「雜和較乘法」の「井不知深」という算例がそれである。

問う。井の深さは知らず。五等の繩をもつてこれを度らん。甲の繩を用うるも泉に及ばず。乙の繩の一を借りて、これを

補えば泉に及ぶ。乙の縄三を用うれば、すなわち丙の一を借る。丙の縄四を用うれば、すなわち戊の一を借る。戊の縄六を用うれば、すなわち甲の一を借る。すなわちともに泉に及ぶ。その井は深さ若干。五等の縄は各おの若干。[48]

この立式は圖八に掲げておく。原法では末行の第五行目を主にして、それを他の行に乘じているが、それは「加減の誤り」の一つ「奇減偶加の失」を犯したものである。これは和較交變の法を知らないことから生じた誤りである。末行に空位があるからといつて、負を立てたのは「立負の非」を襲つたもので、空位があれば省算法によつて速く求められるという事實を知らないことから生じた誤りである。圖の最下段の數値(七百二十一)を井深としているのに、設問では何丈何尺という單位が明らかにされていないのは、第三の誤りである。また「母遞相乘加借子一」の法を立てたのは誤りである(母はそれぞれの縄、子は借りた縄)。この一例のなかに四つの誤りが含まれる。『九章比類』はともかく、その算例を採用して解法を立てた、『同文算指』の解の求め方がかれの作つた原則によつて批判されているのである。

この「刊誤」と關連していると考えてよいものが巻五の「方程をもつて雜法を御す」という個所である。この巻は梅文鼎の數學の性格附けの本質とかかわり深い論點が、具體的な算例によつて明らかにされる。その一つに「均輸」の問題を較數方程によつて解いたものがある。また、古くは「差分」に列せられていたものを、『同文算指』は借衰互徵法によつて解いた(通編巻三)。これは方程に入れるべきものである。さらに『算法統宗』巻十三の「難題」では均輸に入れられていた算例を、『算海說詳』は別の解法を立てた。しかし、これは混亂を生じない方程によつて解くのがもつともよい。さらにまた、「盈朒章」に舊法があげられているが、方程によつて解けばいつそう容易に計算できる。こうした検討を行なつた結果として、「方程はよく雜法を御するも、しかも雜法は方程を御すあたわず」という結論に到達する。かれが算法の範疇に分類されるとした、粟布・差分・均輸・盈朒に屬する問題には、方程によつて解けるものが多い。巻五においては、そのような例が三六題にわたつて検討されている。その検討の基準は、言うまでもなく巻一と巻二においてかれが確立した方程の原則であつた。こうしてさまざまな算法の問題が方程に則して解けることを論證しただけでなく、さらに量法の範疇の問題も、場合によつては方程法が

適用されることを示したのが巻六の「測量」である。

　測量は方程の事にあらざるなり。方程とは算術なり。算術は計に恃ち、測量は目に恃つ。實に惟れ兩途なり。測量の算術を兼ねるあたわざるは、なお算術の測量を兼ねざるがごとし。よく兼ねるといえども、その粹にあらず。いまは略その兼ねるところを具えん。その兼ねるあたわざるものは、句股の諸法の在(ところ)にあり。(49)

この巻六は、本來は方程によつて解くべきものではないが、「陰雲測量」や「宿度測量」のような天體の位置の理論計算に、方程が用いられる場合について論じたものである。もちろん、測量は句股法に歸するものであつて、ここの議論は一般性をもたない。しかし、方程法は測量にも適用されることを明らかにすることによつて、數學における算術の位置を强調しようとするかれの意圖がうかがえるのである。「算術は量法の限界をすくう」ことができるという、さきに述べた主張が具體例によつて示されたものがこの個所なのである。算術の地位を立め、量法の地位を低くする。それによつて、有機的關連をもたせながら、數學全體を二つの部分によつて構成することが正當化されたと言えよう。

　その核心に存在するのが方程である。『同文算指』によつて「方程」の傳統が絶たれた。梅文鼎は『同文算指』の批判を通じて方程の地位を復活しようとした。あわせて、滿足のできない從來の九章も批判の對象であつた。かれの『方程論』は『同文算指』を直接的な批判對象としてはいるが、しかしかれの思考法は『同文算指』の方法に負うところがあることも事實である。このことは、『方程論』における批判的研究の過程のなかで、かれが新たに確立した考え方によつて、傳統數學を生かし、西洋數學も組込み得るような數學體系を生みだしたと理解できよう。その中心的存在が『方程論』であつたとすることができるのである。

IV　句股法と幾何學

二つに分たれる數學のもう一方の構成要素は量法である。梅文鼎は、すべての量法、九章によつて言えば方田、少廣、商功、句股という幾何學的諸分野は、句股法で治めることができると考えた。たとえば、すでに明らかにしたように「少廣」の圓周率の問題は、句股の原理をもとにするとした。この節においては、具體的な例によつてこうした考え方を論證することに重點を置いてみたい。

天文學・曆學と關連が深いこともあつて、『崇禎曆書』や『天學初函』に收められた數學關係書について、當時の數學者＝知識人は大きな關心を示した。特に『幾何原本』六卷はその中心的なものであり、當時の幾何學のすべてはこの『原本』に歸着すると言つても過言ではない。さきに述べたように、中國人のこの書物を理解しようとする努力によつて、多くの關係書が生まれた。しかし、翻譯された六卷本は、『原論』の半分に過ぎなかつた。殘された部分には、六卷本の點、線、面、すなわち平面幾何學のほかに、體＝立體幾何學があつた。梅文鼎はこの部分に興味をもつた。その內容は、實は『崇禎曆書』の『測量全義』十卷などに散在していたのである。(50) 特にかれは、正四面體、正八面體、正十二面體、正二十面體の體積問題に關心を示し、『測量全義』あるいは『比例規解』にあげられた數値に誤りがあることを指摘し、自らも「理分中末線」(外中比)によつて正しい値を求めた。

著しい誤りが見られたものは正二十面體の場合であつた。一稜を一〇〇としたとき、一つの面の面積は四三三・一二五〇で、その體積は正確には二、一八一、六九三となる。ところが『測量全義』は五二三、八〇九となつている。梅文鼎はこれを正しい値に改めた。また、この二十面體の場合に、體積を一、〇〇〇、〇〇〇としたとき、かれの計算によれば七七が得られた。ところが羅雅谷の『比例規解』の變體線の約數は七六とされているのである。(51) その他にも、多面體や球の性質について詳しい

檢討がなされた。そうした成果は『幾何補編』四卷(一六九二年)として出版された。さらに、輸入された西洋天文學の數學的基礎を形成する平面三角法、球面三角法については、それぞれ『平三角擧要』五卷、『弧三角擧要』五卷(一六八四年)において論じられた。

これらのなかにあつて、特に興味あるものは『幾何通解』一卷である。この本の副題が示すように、『幾何原本』の命題のうちから第二卷の第五、六、七、八、九、十、十一題、第三卷の第二十七、三十五、三十六、三十七題、第三十二、三十三題の增題、第四卷の第十、十一題、第六卷の第三十題について、「句股をもつて幾何原本の根を解い」たのである。そして理分中末線(＝外中比、黃金分割)のように句股の法と源が異なると思われるものでも、その根元に立ちかえれば、結局は句股法に基づくものであると主張する。したがつて、一般的に

幾何は句股と言わず。しかれどもその理は、ならびに句股なり。[52]

と結論できるとしたのである。

こうして句股法によつて幾何學を理解し、こうした觀點のもとである程度まで幾何學を體系化することに成功した。その基礎的な仕事が『句股擧隅』一卷であつた。これは要するに傳統的な句股法を明らかにしたものであつて、直角三角形 ABC の各邊、すなわち句 a、股 b、弦 c と句股積 ab の四要素、また句股和 a+b や句股較 a−b などの六要素、および弦較較 c−(b−a) などの四要素、合計十四を用いて、それらの諸要素間の關係を明らかにしたものである。これらをいわば基礎的な原理として、幾何學などの西洋數學を說明したのである。

また、程大位の『算法統宗』卷十二の「句股章」には、孫子の度影量竿と隔水量高という二つの測量問題が收められているが、それらの圖解は簡略にすぎて、詳しい詳明を缺いている。かれは幾何的知識を用いて分析を加え、劉徽、李淳風、楊輝などから傳えられてきた、このような「窺望海島」篇の問題を論じてその立法の意味を明らかにする。說明の議論が不十分な九章の句股法についても、論證を加えた。尨大な新數學と傳統數學を、統一的に把握するものとして、句股法があるとしたので

ある。方程とともに句股を數學の要石としたものとして、この句股法の研究は位置附けされるのである。

句股によつて幾何を解いた例を理分中末線に取つて、『句股擧隅』に展開された基礎理論がどのように生かされているかについて考えてみよう。『幾何原本』に理分中末線が述べられているのは、定義は第六卷首の界說三、命題は同卷の第十題である。この外中比の定義は、「線分は、不等な部分に分けられ、全體が大きい部分に對するように、大きい部分が小さい部分に對するとき、外中比に分けられたといわれる」（ユークリッド『原論』卷六定義三）というものである。すなわち、いま線分 AB があるとき、それを E において分割し、$AE:EB=EB:AB$、つまり $AE \cdot AB=EB^2$ とするようなばあい、AB は E において外中比に分けられたという。梅文鼎はこれを次のように句股法によつて說明する（圖九參照）。

まず丙戊線をもつて命じて股となし、丙戊をもつて折半して丁戊となし、命じて句となす。丙丁弦を取りて丁乙と等しくすれば、すなわち戊乙は句弦較となる。亥戊は倍句、丙戊股と等し。もつて較を加え、亥乙となす。すなわち句弦和なり。亥巳は和較相乘積となる。丙亥・股の冪（自乘）と等し。[53]

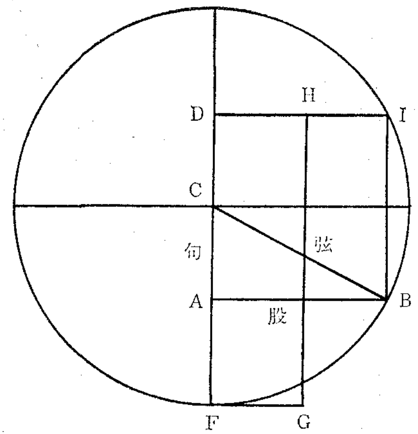


圖9　理分中末線（外中比）の圖。本文ではA＝戊，B＝丙，C＝丁，D＝亥，F＝乙，G＝巳，またCA＝句，AB＝股，BC＝弦，DF＝句弦和，AF＝句弦較の對應がなりたつ。

股 AB の半分の長さの分だけ AC を取り、これを句とする。BC の弦と等しく、CF を取れば、$AF=CF-CA=BC-CA$ は、句弦較となる（弦 BC から句 CA を引いたものが句弦較である）。AD を句 CA の二倍に取れば、これは $AB=2CA$ によつて、股の AB と等しい。それに句股較 AF を加えた DF は、$DF=AD+AF=2CA+CF-CA=CA+CF=CA+BC$ となる。これは弦 BC と股 AB を加えたもので、句弦和である。この句弦較と句弦和をたがいに乘ずれば、$AF \times DF=(BC-CA)\times(BC+CA)=BC^2-CA^2=AB^2$ となるから、股AB の自乘（冪＝ABID の面積）となつている。しかるに、$AB=DA$ であるか

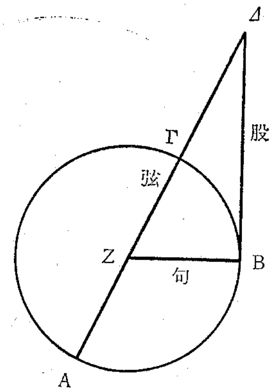


圖10　句股によって幾何を解く圖 (1)（『幾何原本』巻三命題36)。Δ＝甲，Z＝乙，B＝丙，Γ＝丁，A＝戊，また ΔB＝股，BZ＝股，BZ＝句，ΔZ＝弦という對應がなされている。

ら、$DA^2=AF \times DF$ となる。ゆえに、線分 DF は A において外中比に分割されたことになる。

このように、句股較と句股和をたがいに乘じたものが股の冪となるようにすれば、理分中末線が得られる。だから外中比は句股法に則つて作圖することができる。梅文鼎は、この結果にもとづいて、

ただ理分中末線は句股と源を異にするも、いま立法の初めに游心すれば、しかもすなわち句股より出ず。(54)

と斷言したのである。どのように複雑なものであつても、幾何は句股から導びかれるという結論は、こうした試みによつて得られたものである。外中比以外のものについて、一つの例をあげてみよう。

『幾何原本』巻三命題三十六は、「もし圓の外部に一點がとられ、そこから圓に二つの直線がひかれ、それらの一方は圓を切り、他方は接するとすれば、切る線分の全體と、外部にその點と凸形の弧との間に切りとられた線分とに圍まれた矩形は、接線の上の正方形に等しいであろう」というものである。割線が圓の中心 Z を通るばあいは、圖一〇において、$A\Gamma \cdot \Delta\Gamma = \Delta B^2$ が成立することを證明すればよい。梅文鼎はこの命題について次のように述べる。

甲乙丙は句股形。乙丙句をもつて半徑となして圓を作れば、すなわち甲丙股は切線となる。甲乙弦を割線となす。甲乙割線内より丁乙の半徑を減ずれば、すなわち甲丁は句股較となる。甲乙割線に乙戊の半徑を加えれば、すなわち甲戊は句弦和となる。和に較を乘じて開方すれば甲丙股を得る。もし割圓線は乙の心を過ぎざること甲辰のごとくなれば、すなわち他の句股法をもつてこれを明す。(55)

はじめに、『原論』の證明と同樣に割線が圓の中心を通る場合と、そうでない場合について論じる。前者は、三角形 ΔBZ が直角三角形（句股形）であるから、句股法によつて簡單に次の式が導びかれる。すなわち、

$\sqrt{(句弦和\ A\Delta)\times(句股較\ \Delta\Gamma)}=股\ B\Delta$

となる。

次に割線が中心を通らない場合を考えよう。中心 E から割線に垂線 EZ（梅文鼎は十字線とよぶ）が引かれ、EB, $E\Gamma$, $E\Delta$ が結ばれたとする（圖一一參照）。小句股 ΓZE において、ΓE は小弦、ΓZ は小股、EZ は小句である。$A\Delta\cdot\Delta\Gamma=(\Delta Z+\Gamma Z)(\Delta Z-\Gamma Z)=\Delta Z^2-\Gamma Z^2=\Delta Z^2-E\Gamma^2+EZ^2$ また三角形 ΔZE も句股形であるから、この式は、$\Delta E^2-E\Gamma^2$ となる。さらに、$\Delta D\cdot\Delta F=(\Delta E-DE)\cdot(\Delta E+DE)=\Delta E^2-DE^2$、また $E\Gamma=DE$。ゆえに、$A\Delta\cdot\Gamma\Delta=\Delta D\cdot\Delta F$ となる。ところが三角形 ΔBE は句股形であり、しかもさきに見た通り $\Delta D\cdot\Delta F=\Delta B^2$ が成立する。したがつて、$A\Delta\cdot\Gamma\Delta=\Delta B^2$ となる。

以上の二例によつてもわかるように、幾何は句股法を用いて解くことができる。梅文鼎は句股法を原理的な位置におき、それによつて『幾何原本』の諸命題や系を證明してみたのである。單にこうした作業にとどまるものではない。天文學において重要な役割を果す球面三角法を、句股法を用いてどのように解いたかについて、次に述べてみたい。球面三角法は『弧三角擧要』において論じられているが、いま考えようとする問題が論證されているのは、『塹堵測量』二卷のなかである。この問題を考察するには、角を用いる西法と弧を用いる古法との關係を論じなければならない。この點にかんして、球面三角形においては、邊すなわち弧がそれに相對する角と對應することから、梅文鼎は古法と西法とがたがいに通じあうものだという認識から出發する。この『塹堵測量』を著すことによつて、最終的には元の『授時曆』を説明する方法を確立したと言えるのである。

はじめに、球面三角形をどのように解いたかということを考えるために、かれの記述を引用してみよう。

塹堵測量とは句股法なり。西術をもつてこれを言えば、すなわち立三角法なり。古九章は立方をもつて斜割して塹堵となす。その兩端

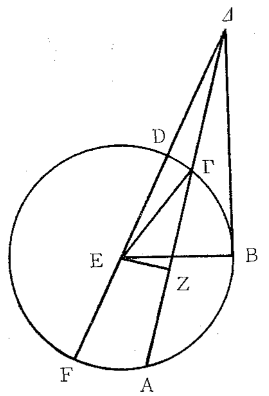


圖11　句股によって幾何を解く圖 (2)（『幾何原本』卷3命題36）。Δ＝甲，E＝乙，B＝丙，D＝丁，F＝戊，Γ＝子，A＝庚，Z＝巳と讀みかえる。

はみな句股なり。再びこれを剖けば、すなわち錐體となり、しかも四面はみな句股たり。………しかして各おの三角三邊あり。ゆえにこれを立三角という。(56)

立三角というのは、それぞれの面を構成する三角形が直角を含むような四面體のことである。この立三角をめぐつて『塹堵測量』の議論は展開されている。この立三角形は句股形(直角三角形)を根本的な構成要素としている。この塹堵という言葉は、もともと『九章算術』の巻五「商功章」の劉徽の注に定義がなされている。すなわち、「立方を斜に切れば二つの塹堵が得られる。斜に切斷された塹堵は、その一つを陽馬とし、もう一つを鼈臑とする」(57)かれはこの用語を生かした。鼈臑はもともと鼈臑と書かれた。それは立三角に相當する。平面測量が三角法＝句股から始まるように、立體の場合はこの鼈臑に始まる。しかもそれは句股形によつて形成されているのである。梅文鼎は次のように論じる。

論にいわく。面を量るものは必ず三角より始め、體を量るものは必ず鼈臑より始む。みな有法の形なり。面を量るものはこれを析し、三角に至りて止む。これを再析すれば、すなわち三角なるのみ。體を量るものはこれを析し、鼈臑に至りて止む。これを再析すれば、すなわち鼈臑なるのみ。面のもつて析して三角となすべきものは、すなわち有法の面となす。體のもつて析して鼈臑となすべきものは、すなわち有法の體となす。けだし鼈臑はすなわち立三角の異名なり。體を量るものは必ず立三角をもつてする。これにあらずんば、すなわち得て量るべからず。(58)

圖形を分析して行つて原理的な法則をそなえた基本圖形にたどりついたとき、平面の場合が三角形であるように、立體の場合は鼈臑である。平面幾何が句股によつて解けるのと同じように、傳統數學の九章の範圍のなかに球面の問題を扱う球面三角法を解く鍵がある。それは鼈臑のもつ法則性である。これに基づいてかれが確立した體系によつて、郭守敬の『授時曆』、あるいはこれを踏襲した明の『大統曆』も解明されたのである。これを具體的に説明すれば、以下のようになる。

いま球面上に直角三角形 ABC があるとする(圖一二)。角 C を直角とする。弧 AC を含む大圓は赤道圏、弧 AB を含む大圓は黃道圏である。この弧を含む象限に、赤道面と黃道面を二つの面とするような、いわゆる塹堵形 (O-ADEFC。) を作る。

この塹堵を、三點O, B, Cを通る平面によつて切斷すれば、いわゆる鱉臑、すなわち立三角形O-KALが作られる。次にこの立三角形について成立する關係を明らかにしなくてはならない。この立體の内部には球面三角形ABC、および球面三角錐O-ABCが含まれる。ところが、この立三角形の各面を構成する平面は、句股形すなわち直角三角形である。すなわち、それらは斜面の三角形KAO、立面の三角形KLAと三角形KLO、および底面の三角形LAOである。次に$\widehat{AB}=c$, $\widehat{AC}=b$, ∠KAL=Aとすれば、これらの四要素について次のような關係式が成立する。

まず三角形KLAについては、AL=AK・cos A。しかるにAK=OA・tan c, AL=OA・tan bであるから、

$$\tan b = \tan c \cdot \cos A$$

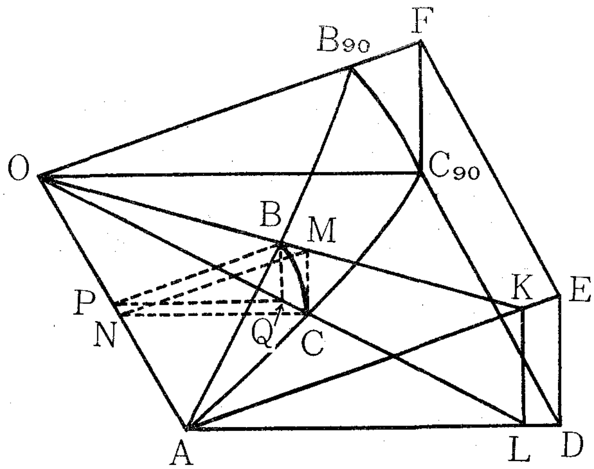


圖12　塹堵測量圖。$\widehat{AB}=c$, $\widehat{CA}=b$, $\widehat{BC}=a$, KA=Aである。

となる。平面KALと平行に點Cを通る平面によつて立三角形O-KALを切れば、切斷面として直角三角形MNCができる。この三角形において、MC=NC・tan∠MNCとなる。∠MNC=A, NC=OC・sin b, MC=OC・tan aであるから、この式は、

$$\tan a = \sin b \cdot \tan A$$

となる。また點Cにかんしても同様にすれば、直角三角形BPQが作られる。BQ=BP・sin∠BPQ, ∠BPQ=A, BP=OC・sin c, BQ=OB・sin aであるから、

$$\sin a = \sin c \cdot \sin b$$

となる。さらに三角形AOK上において、MN∥KAであるから、直角三角形MONと直角三角形KOAとは相似である。したがつて、OA：ON=OK：OM, すなわちOA：OC・cos b=OA・sec c：OC・sec a, ゆえに

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b$$

となる。以上得られた四つの關係式によつて、三弧 a, b, c、および角 A の關係を求めることができる。これを天球に適用すれば、點 A は春分點、角 A は黃赤大距（すなわち黃道傾斜角 ε）、AB=c は太陽の黃徑、AC=b は赤經、CB=a は赤緯であるから、曆の作成に必要なこれらの諸要素の關係は解かれることになる。

これに基づいて、『塹堵測量』卷二では『授時曆』の解釋に重點を置いた議論が行なわれている。そこにおいては、八綫の法（正弦、餘弦、正割などの三角函數表）を用い、句股によつて渾體（球體）を解くのである。これは郭守敬の數學をパラフレイズしたものと解釋することができる。球面三角形もそれを分解して考えれば、基本的な立三角形によつて解ける。立三角は句股によつて成立する。したがつて、結局は句股法に歸着するということが、この『塹堵測量』に展開された議論とその圖解によつて明らかにされているのである。量法は句股の支配するところであり、句股はしたがつて幾何學のすべてを治めるという梅文鼎の考え方は、以上のような具體的な研究によつて明白に示されたのである。

句股の法が量法の原理的な位置にあり、他の諸法はこれに從屬的なものであるという考え方を補强するために、次のような文章を『平三角擧要』から引用しておこう。

西法の三角を用いるは、なお古法の句股を用いるがごとし。ただ三角に鈍角あるも、句股にはこれなし。論者ついに句股の術に窮まるところありという。殊に鋭角形はすべからく分ちて兩句股となすべきを知らず。鈍角形はすべからく句股を補成すべし。邊・角の比例は句股にあらざるはなし。弧三角に至りては、直線をもつて渾圓を測る。その理はもつとも奇なり。また句股のなきなかより、尋ねて句股を出だすなり。しかればすなわち句股は三角の形を備えずといえども、よく三角の理を兼ね、三角は句股の外に出でずして、しかもよく句股の用をつくす。一にして二、二にして一なるものなり。(59)

V 結び

梅文鼎は、傳統的な中國數學と、新たに導入された西洋のそれには、それぞれ何が缺けており、何がすぐれているかについて検討した。その結果、幾何學はマテオ＝リッチ以後さかんになつてきた「測量」術の手段となつた。籌算、筆算、尺算などは、本質的には中法をいくらか變化させたものにすぎない。三角や比例（對數法）はもともと中法にはなかつたものであるから、特に明確にしておく必要がある。しかし、古法の方法はもともと西法にはなかつたものであつて、この算法のすぐれていることから、これを失なつてしまつてはならない、と考えた。(60) 數學の理論というものは正しくなければならないが、それが事實に適用できるかどうかということこそもつとも肝要な點である。そういう觀點からすれば、「中西は何ぞこれを擇ばんや」ということになる。したがつて、まずかれは普遍的な數學の知識を中國と西洋の兩者について求め、次にそれを實用主義的觀點から評價したと言うこともできよう。

しかし、かれは無原則的な應用主義的立場にたつていたのではない。かれは中法と西洋にわたつて、あらゆる數學の分野について詳細な調査を行なつた。そのなかに傳統數學を傳える資料として、『九章算術』はもちろんのこと、呉敬の『九章比類』、周述學の『曆宗算會』、程大位の『直指算法統宗』、李長茂の『算海說詳』など、さらに方中通の『數度衍』などがあり、西法には『天學初函』や『崇禎曆書』に收められているすべての數學書、また注目すべきものとして薛鳳祚の『天學會通』、および『西鏡錄』などがあつた。それらのなかから、中西兩數學のすべてを統一的に體系附ける原則を確立したのである。

命數法や記數法、整數と分數の四則計算、あるいは開方法などを數學のもつとも基礎を形成する一群とする。その基礎の上に成立するすべての數學は、量法と算術の二つからなる體系と考える。句股については、すべての量法の中心的な位置を占め、あらゆる圖形的數學の各分野を解くことができるものとした。かれ以前にも、方中通は「九章はみな句股より出ず」と結論し

ていた。[61] 梅文鼎は數學は量術と算法からなると考えた。しかも算術は句股以上に用途の廣いものである。句股法にとつて缺くべからざる開方法も解釋によつては算法と言えようが、梅文鼎はそれはもつと基礎的な位置におく。ところが、句朒測量のなかにも方程法が有效な部門もある。したがつて、算法のなかでもつとも重要なものは方程である。差分、均輸、盈朒などの算法によつては計算できないものも、方程法によつて解ける。それだけではなくて、本來はそのような算法によつて行なうものも方程を用いれば、簡單に濟ますことができる。また、九章の各法の範圍をでるものも方程が解いてくれる。しかし、こうした方程の傳統も西洋數學の流入とともに、その生命が失なわれようとしていた。しかもこの方程法には、すでに多くの誤りが含まれるようになつていた。梅文鼎は文獻の整理を通して、方程法を體系的に構成しなおした。『方程論』はそれであつた。この結論として、かれは「方程は雜法を御す」とした。一方、「句股はよく幾何を解き」、「句股はもつて渾圓に通じ」、したがつて「句股は諸法を治す」としたのである。要するに、「この二者はあい需ちて、偏えに廢すべからず」ということになる。こうしたことからも、古九章の最後に、方程章と句股章が置かれている意味も明らかになろう。

このようにして、方田、少廣、商功などのような句股の法によつて代表される量法と、それ以外の方程が主要な位置を占める算術の兩者によつて、數學の系統だてが行なわれた。それはかれの時代までの數學にかんするかぎりは、成功したと言えよう。同時に古い九章も、かれによつて新しい生命が與えられることになつたのである。

かれの數學における活動は、後における淸代中期の中國數學の興起と無關係ではない。江永の『數學』は梅文鼎の數學をめぐつて展開された。たとえば、『正弧三角疏義』や『正弧三角會通』がそれである。[62] 戴震の數學は、梅文鼎と比べて內容に本質的な變化は見られない。かれの『句股割圜記』は、『平三角擧要』、『塹堵測量』、『環中黍尺』の三書における用語を問題として論じたが、新しい名稱に變更したり、古い意味を引用して粉飾を加えたに過ぎない、[63] と言うこともできる。しかし一方においては、級數論などにすぐれた業績が生まれていくことになつた。その一例として、陳世仁(一六七六—一七二二)の『少廣補遺』一卷などをあげることができる。また明安圖も圓周率にかんする研究書『割圜密率捷法』四卷(初刊はかれの死後の一八三九年)

においてすぐれた成果を得た。

梅文鼎の業績がもつとも如實に反映されたものとして、『數理精蘊』をあげることができる。これは當時としてはすぐれた數學全書である。そのなかには、かれの著作が採用されている部分が多い。下編巻十八、面部八の「測量・句股測量・三角測量」は、かれの『平三角擧要』と內容が同じである。また下編巻十「方程」は內容を『方程論』に取つている。比例規を論じた下編三十九、四十の「比例規解」の扱つているものは、すでに觸れたように羅雅谷の『比例規解』とその後に導入された知識によつているが、梅文鼎の『度算釋例』と無關係ではない。上編巻一の「周髀經解」はかれの『周髀算經補注』一巻によつたものと言われている。[64] さらに『數理精蘊』もその一部をなす、三部作『御製律曆淵源』全一〇〇巻（一七二三年）のうちの『曆象考成』所收の「弧三角形」二巻は、かれの『弧三角擧要』に卽して成立したものである。この『數理精蘊』は標準的な數學大系というべきものであつた。それを通じても、梅文鼎の數學は後代の數學者に浸透したと言えよう。その他にも、『明史』の「曆志」大統曆法のすぐれた圖解は、文鼎の影響が無視できない（『四庫全書珍本二集』所收『大統曆志』八巻がある）。

かれは同時代の數學者・天文學者の著作についても多くの評論を殘した。そのなかに王錫闡、方中通、年希堯（『測算刀圭』三巻の著者）など多數の人びとがいる。それらは『績學堂文鈔』に收められている。特に王錫闡の著作には大きな關心を示した。「圖解序」はそれを示す重要なものである。また、方中通との交通も無視できない。しかし、數學の內容についてはもちろんのこと、その體系という點にかんしては、全く立場を異にしていた。すでに論じた通り、方中通の一元論的把握にたいして、梅文鼎は二元論的體系を構築したのである。

注

（1） 數學者徵之於實。實則不易。不易則庸。庸則中。中則放之四海九州而準。（『績學堂文鈔』巻二 中西算學通自序）また錢寶琮『中國數學史』科學出版社、一九六四、二六四—二六五ページ參照。ここでの「中」と「庸」は、『中庸』の「不偏之謂中、不易之謂庸」と一致する。

（2） 算家設問以爲規式。意雖引而不發。數則實而可稽。苟其稽之而無眞實可言之數。而何以爲式乎。至其立法之多違於古。皆以不深知算理。而臆見橫生。又相因而必至也。（『梅氏叢書輯要』巻十四『方程論』四 刊誤）

（3） 古之君子不爲無用之學。六藝次于德行。皆實學。足以經世者也。數雖居藝之末。而爲用甚鉅。測天度也。非數不明。治賦理財。非數不

核。屯營布陣。非數不審。程功董役。非數不練。(『梅氏叢書輯要』卷一一『方程論』一 方程論敍)

(4) 曆也者數也。數外無理。理外無數。數也者理之分限節次也。(『梅氏叢書輯要』卷六十「雜著」學曆說) 拙稿『東方學報』第四十一册所收論文「梅文鼎の曆算學」參照。

(5) 曆生于數。數生于理。理與氣偕。其中有神。賾焉而不亂也。變焉而有常也。(……(中略)……夫天不變。理亦不變。故歷代賢者。往往驗天以立法。要皆積有其畢生之精力。始得其一法之合于理。……(中略)……昔人緣理以立數。今茲因數以知理。……)(『梅氏叢書輯要』卷四一『曆學駢枝』一 釋凡四則)

(6) 蓋理得數而彰。數得圖而顯。圖得器而眞。(『梅氏叢書輯要』卷四十『塹堵測量』二 圓容方直簡法)

(7) 今夫曆所步有四。曰恒星。曰日。曰月。曰五星。治曆之具有三。曰算數。曰圖象。曰測驗之器。……(然) 大約三者盡之矣。……曆者。算數也。象者。圖也。渾象也(『梅氏叢書輯要』卷六〇「雜著」曆法通攷自序)

(8) 且夫數者所以合理也。曆者所以順天也。法有可榮。何論東西。理所當明。何分新舊。(『梅氏叢書輯要』卷四〇「塹堵測量」二)

(9) 夫步曆本於算數。算數者治曆之綱要。(『績學堂文鈔』卷二 圖解序)

(10) 拙稿『東方學報』京都四一册 (一九七〇年三月) 所收「梅文鼎の曆算學」參照。西洋天文學の評價、あるいは數學上の諸問題について、ある程度は論じておいた。しかし、その論文はひじょうに不十分なものであった。したがって、とくに數學についてかれの論點を明確にしたいとするのが本稿である。

(11) 孫文靑 九章算術篇目攷上 師大月刊 民國二十二年第三期 六八ページには、九章の篇目の沿革が一覽表にされているから、それを參照されたい。

(12) 夫數學一也。分之則有度有數。度者量法。數者算術。是兩者皆由淺入深。是故量法最淺者方田。稍進爲少廣。爲商功。而極於句股。算術最淺者粟布。稍進爲衰分。爲均輸。爲盈朒。而極於方程。方程於算術。猶句股之於量法。皆其最精之事。不易明也。而算學無關進取。(『梅氏叢書輯要』卷一一『方程論』一 方程論發凡)

(13) 數學有九。要之則二支。一者算術。一者量法。量法者長短遠近。以求其距。西法謂之測線。方圓・弧矢・冪積・周徑以相求。西法謂之測面。立方・渾圓・堆垜之形。以求容積。西法謂之測體。在古九章。則爲方田。爲少廣。爲商功。爲句股。算術者消息盈虛。乘除進退。以差多寡。驗往以測來。西法謂之比例。通分子母。整齊畫一。不盡者以法命之。西法謂之畸零。若夫隱雜重複。參錯難稽。卽顯驗幽。探賾窮深。無例可比。故西法別立借衰互徵以爲用。亦比例也。在古九章。則爲粟布。爲衰分。爲均輸。爲盈朒。爲方程。此二者相需不可偏廢。(『梅氏曆算全書』所收『方程論』卷一餘論)「參錯難稽。卽顯驗幽。探賾窮深」という文章については、『易經』繫辭上、「其受命也如響。無有遠近幽深。遂知來物」、「參伍以變。錯綜其數」、「探賾索隱。鉤深致遠」、『同右』下、「夫易彰往而察來。而微顯闡幽」等を參照。

(14) 『同文算指』の內容については、武田楠雄「同文算指の成立」『科學史研究』第三〇號 (一九五四年七月) 七―一四ページを參照されたい。

(15) 拙稿『東方學報』京都所收論文第四一册。

(16) 度數之學。凡有七種。共相連綴。初爲二本。曰數。曰度。論物幾何衆。其用之。則算法也。度者。論物幾何大。其用之。測法量法也。(『西洋新法曆書』所收『測天約說』卷上 首篇) 七種の內容は、二本の數 (=算法) と度 (=量法)、三幹の視と聽 (=音樂) と輕重、および視に含まれる二枝の測天と測地の七つである。

(17) 論度數者。其綱領有二。一曰量法。一曰算法。(『同書』所收『比例規解』目錄)

(18) 綴術之用又有二。其一。總物以爲度。論其幾何大。曰量法也。其一。截物以爲數。論其幾何衆。曰算法也。(『同書』所收『測量全義』卷

一敍目）

(19) 梅文鼎が行なった九章の篇名を冠する著作には、『方田通法』一卷、『句股擧隅』一卷、『九數存古』十卷、『方程論』六卷、『少廣拾遺』一卷、『句股測量』二卷などがある。

(20) 武田楠雄　前揭論文。クラビウスの數學書というのは、Clavius, C.; *Epitome Arithmeticae Practicae*, 1583 である。以後續刊され、北堂所藏本には、一五八三年本、八五年本、九二年本、一六〇七年本の四種があった（李儼『中國數學史』民國二五年、島本・藪內譯一五一ページ）。また中國の數學書というのは、主要なものとして『算法統宗』をあげることができる。

(21) 曰。然則子何以易衡而直。曰。旁行者西國之書也。天方國字自右而左。歐邏巴字自左而右。皆衡列爲行。彼中文字盡然也。彼之文字既衡。故筆算亦衡。取其便於彼用耳。非求異於我也。吾之文字既直。故筆算宜直。亦取其便於用耳。非矜勝於彼也。又何惑焉。問者以爲然。（『梅氏叢書輯要』卷一『筆算』一自序）

(22) 筆算易橫爲直。以便中土。蓋直下而書者。中土聖人之舊。而吾人所習也。與籌算易直爲橫。其理正同。（『梅氏叢書輯要』卷一『筆算』一　發凡）

(23) 錢寶琮『中國數學史』一九六四年　二五二ページ。

(24) 測量句股。全恃開方。開方有平有立。而平之用博。以其有實無法。故別爲一術。以佐乘除之所窮。（『筆算』五　開平方法）

(25) 『崇禎曆書』所收『籌算』一卷は、造法（造籌、分方、分角、定數、定號、平立方籌、造匣）、賴用算法（加法、減法、命分二法）、用法（乘法、除法、開平方法、開立方法、附子母算法）となっている。

(26) 嚴敦傑「故宮所藏淸代計算儀器」『文物』一九六二年　第三期。また註 (25) 參照。

(27) 原法橫書。故用直籌。籌直則積數橫。彼中文字。實用橫書也。今直書。故用橫籌。籌橫則積數直。其理一也。亦有數便。自上而下。乃中土筆墨之宜。便寫一也。兩半圓合一位。便査數。二也。商數與實平行。便定位。三也。（『籌算』一　自序）

(28) 比例規については、嚴敦傑「伽利略的工作早期在中國的傳布」『科學史集刊』七　一九六四　北京　參照。

(29) 割圜之法。皆作句股于圜內。以先得正弦。故古人祇用正弦。亦無不足。今用割切諸線。而皆生于正弦。（『平三角擧要』卷一補遺　正弦爲八線之主）

(30) 『梅氏叢書輯要』所收『平三角擧要』卷一　補遺。

(31) 三上義夫「淸朝時代の割圜術の發達に關する一考察」上・下『東洋學報』一八―三・四　昭和五年は、中國と日本における圓周率研究について論じている。

(32) 李儼『中算史論叢』第一集　六〇―六二ページ　一九五四年一一月）參照。

(33) 錢寶琮　前揭書　二五四ページ。また、武田楠雄「天元術の喪失の諸相――明代數學の特質Ⅲ」『科學史研究』三四號（一九五五年四―六）一二―二二ページ參照。

(34) 同文算指稍變其圖。具七乘方算法而不適于用。詮釋不無譌誤。西鏡錄演其圖爲十乘方。而擧數僅詳平立三乘一式而已。餘皆未及。（『少廣拾遺』卷一　自序）

(35) 近者西學驟興。其言句股尤備。（『方程論』卷一　發凡　方程謬誤之故）

(36) 孫文靑　前揭論文　六六ページ。

(37) （方程句股。皆不爲近用所需。然句股測望。自昔恒有專書。近者西學驟興。其言句股尤備。故九章所載雖簡而不至大謬）。至若方程。別無專書可證。所存諸例。又爲俗本所亂。妄增歌訣。立爲膠古之法。印定後賢耳目。而方程不復可用。竟如贅疣。周官九數。幾缺其一。云云（『方程論』卷一　發凡　方程謬誤之故）

(38) 西學精矣。中土失傳耳。今以西學歸九章。以九章歸周髀。同髀獨言勾股。而九章皆勾股所生。故以勾股爲首。少廣次之。方田次之。商功次之。均輸次之。盈朒次之。方程次之。粟布次之。（方中通『數

度衍』卷一　凡例)

(39) (此二者相需不可偏廢)。雖然算術可以濟量法之窮。而量法不可以盡算術之變。何也。可量者其可見也。天下之不可見者多矣。非算術何以御之。故量法有窮。而算術不窮也。(『梅氏曆算全書』所收『方程論』卷一　餘論)

(40) 若所譯同文算指者。大約用三率。以變古法。至于盈朒方程。則其術不復可行。于是取古人之法。以傳之。非利氏之所傳也。算術之妙。莫盈朒方程若。而泰西皆無之。是九章闕其二也。(『方程論』卷一　餘論)

(41) 算術之有方程。猶量法之有句股。必深知諸算術。而後能言方程。猶之必深知諸量法。而後能治句股也。諸方田・少廣凡屬量法者。往往有可以句股立算。而諸法不能治句股。方程之于粟布・衰分也亦然。故襍法不能御方程。而方程能御襍法。……(『梅氏叢書書輯要』卷十五『方程論』五　以方程御襍法)

(42) (萬算皆生於和較。和較可以御萬算。分合之義也。萬物之未形。一而已矣。一且未有。況萬乎。及其有也。有一則有二。有二則有三。自此以至於無窮而數生焉矣)。和者諸數之合也。較者諸數之分也。分則有差。故謂之較。較與和相求而法立焉矣。……(略)……萬算雖多。準此矣。故和較者萬算之綱也。(算之用至句股方程。至矣盡矣。窺高致遠。探賾窮幽。無所不備。然其用不出於和較)。(『梅氏叢書輯要』卷十一『方程論』一　正名)

(43) このばあいは、

$$f(x)=V,$$

$$x=x_1,\ x_2,$$

$$f(x_1)=A,\ f(x_2)=B.$$

であるから、

$$x=\frac{bE_a-aE_b}{E_a-E_b}\ (E_a=V-A,\ E_b=V-B)$$

によって、近似解が求められる。

(44) 方程之用以御隱雜。妙在雜與變。知其雜。則雜而不亂矣。知其變。則變而不失其常矣。諸書所論。胥未及此。故求之甚詳。去之愈遠也。(『方程論』卷一　正名　和較相雜方程例)

(45) 今有甲字庫貯金。丁字庫貯銀。各不知總。但云取甲四之三加丁五之二。則一百一十萬。若以甲加丁之倍數。則四百四十萬。問各若干。答曰。甲庫金四十萬。丁庫銀二百萬。(『方程論』卷二　極數　帶分方程例)

(46) 凡算方程。皆以多色遞減。至一法一實。以先知一色之數。然此所先求之一色。却原帶有不同之數。則法一而實非一。故以一總法而除多實。非疊脚之法不可也。(『方程論』卷二　極數　瓔珞方程例)

(47) 統宗歌曰。四色方程實可誇。須存末位作根芽。若遇奇行須減價。偶行之價要相加。(『方程論』卷四　奇減偶加辨)

これは『算法統宗』卷十一の次のような四色方程歌を省略したものである。

四色方程法可誇。須存末位作根芽。諸行乘減同前例。偶與奇行認莫差。若遇奇行須減價。偶行之價要相加。加減作實須加法。減法亦須減法佳。隨問幾多繁雜色。憑斯推廣更無他。

(48) 問井不知深。以五等繩度之。用甲繩二不及泉。借乙繩一補之及泉。用乙繩三則借丙一。用丙繩四則借丁一。用丁繩五則借戊一。用戊繩六則借甲一。乃俱及泉。其井深若干。五等繩各若干。(『方程論』卷四　刊誤　設問之誤辨)

(49) 測量非方程事也。方程者算術。算術恃計。測量恃目。實推兩途。測量之不能兼算術。猶算術之不兼測量。雖曰能兼。非其粹矣。今略具其所兼。其不能兼者。有句股諸法在。

(一曰陰雲測量。……(略)……則有其相距之度。而可以方程取之矣。

一曰宿度測度。……(略)……或有二星同見。或星與太陰同見。則成方程之算矣)。(『梅氏叢書輯要』卷一六『方程論』六　測量)

(50) 前掲『東方學報』第四十一册所收論文。

(51) 錢寶琮　前掲書　二五七ページ。

(52) 幾何不言句股。然其理並句股也。（『幾何通解』卷一）
ここの著者の割注に、「西人謂句股爲直角三角形。譯書時不能會通。遂分途徑」とあり、句股とは單なる直角三角形という圖形ではなくて、直角三角形の性質から導びかれる句股法のことである。中國的な三角法と性格づけができよう。

(53) 先以丙戊線命爲股。以丙戊折半成丁戊。命爲句。取丙丁弦與丁乙等。則戊乙爲句弦較。〔割注―此變股倍句。成理分中末線〕亥戊倍句。與丙戊股等。以加較。成亥乙卽句弦和。亥巳爲和較相乘積。與丙亥股冪等。〔割注―丙亥爲丙戊股之方。卽爲亥戊倍句之方〕（『幾何通解』卷一　丙戊線上取理分中末線）

(54) 惟理分中末綫似與句股異源。今爲游心於立法之初。而仍出於句股。（『幾何通解』卷一　序言）

(55) 甲乙兩句股形。以乙丙句爲半徑作圓。則甲丙股爲切線。甲乙弦爲割線。甲乙割線內減丁乙半徑。則甲丁爲句弦較。甲乙割線加乙戊半徑。則甲戊爲句弦和。和乘較開方得甲丙股。若割圓線不過乙心如甲辰。則以他句股明之。（『幾何通解』卷一　解幾何三卷第三十六　三十七題）本文の圖において、圖十では、甲はA、乙はZ、丙はB、丁はF、戊はA、圖十一では、庚をAと置きかえて讀めばよい。

(56) 塹堵測量者。句股法也。以西術言之。則立三角法也。古九章以立方斜剖成塹堵。其兩端皆句股。再剖之。則成錐體。而四面皆句股矣。（任以此錐體之一面平寘爲底。則其銳上指。環而視之。皆成立面之句股）。而各有三角三邊。故謂之立三角也。（『梅氏叢書輯要』卷三九『塹堵測量』一　總論）

(57) 邪解立方得兩塹堵。邪解塹堵。其一爲陽馬。一爲鼈臑。（『九章算術』卷五　商功章　劉徽注）

(58) 論曰。量面者必始于三角。量體者必始于鱉臑。皆有法之形也。量面者析之至三角而止。再析之仍三角耳。量體者析之至鱉臑而止。再析之鱉臑耳。面之可以析爲三角者。卽爲有法之面。體之可以析爲鱉臑者。卽爲有法之體。蓋鱉臑卽立三角之異名也。量體者必以立三角。非是則不可得而量。（『梅氏叢書輯要』卷三九『塹堵測量』一　立三角法摘錄）

(59) 西法用三角。猶古法之用句股也。但三角有鈍角。而句股無之。論者遂謂句股之術有所窮。殊不知銳角形。須分爲兩句股。鈍角形。須補成句股。邊角比例。莫非句股也。至于弦三角。以直線測渾圓。其理最奇。又於無句股中。尋出句股也。然則句股。雖不備三角之形。而能兼三角之理。三角不能出句股之外。而能盡句股之用。一而二。二而一者也。（『梅氏叢書輯要』卷十九　『平三角擧要』一　序）

(60) 梅文鼎は次のように書いている。
吾之所不能通。而人則通之。又何間乎古今。何別乎中西。因彙集其書。而爲之說。諸如用籌用筆用尺。稍稍變我法。亦以見西人之學。初不遠人意。若三角比例等。原非中法。可該特爲表出。古法若方程。亦非西法所有。則專爲著論。以明古人之精意。不可湮沒。又具爲九數存古。以著其概。書凡九種。總曰中西算學通。（『績學堂文鈔』卷二　中西算學通自序）この少し前の個所に「萬歷中。利氏入中國。始倡幾何之學。以點線面體。爲測量之資」とある。

(61) 方中通『數度衍』首卷　凡例。

(62) 戴震の數學については、藪內清「戴震の歷算學」『明淸時代の科學技術史』京都大學人文科學研究所研究報告　一九七〇年三月參照。

(63) 阮元『疇人傳』卷四二　國朝九　戴震。

(64) 李儼『中算史論叢』二集　一九五四年十二月　二〇六ページ。